

DISEÑO & EVALUACIÓN

JULIO - SEPTIEMBRE, 2020

REVISTA MULTIDISCIPLINARIA

REVISTA INDEXADA
CIENCIADIGITAL
ISSN.: 2602-8085

VOL. 4 NÚM. 3 (2020): DISEÑO & EVALUACIÓN

WWW.CIENCIADIGITAL.ORG
WWW.CIENCIADIGITALEITORIAL.COM

REVISTA CIENCIA DIGITAL

La revista Conciencia Digital se presenta como un medio de divulgación científica, se publica en soporte electrónico trimestralmente, abarca temas de carácter multidisciplinar.

ISSN: 2602-8085 Versión Electrónica

Los aportes para la publicación están constituidos por:

Tipos de artículos científicos:

- **Estudios empíricos:** Auténticos, originales, que comprueban hipótesis, abordan vacíos del conocimiento.
- **Reseña o revisión:** evaluaciones críticas de estudios o investigaciones, análisis críticos, para aclarar un problema, sintetizar estudios, proponer soluciones.
- **Teóricos:** Literatura investigada, promueven avances de un teoría, analizan las teorías, comparan trabajos, confirma la validez y consistencia de investigaciones previas
- **Metodológico:** Presenta nuevos métodos, mejoran procedimientos, comparan métodos, detallan los procedimientos.
- **Estudio de casos:** Resultados finales de un estudio, resultados parciales de un estudio, campos de la salud, campos de la ciencia sociales.

EDITORIAL REVISTA CIENCIA DIGITAL

Efraín Velasteguí López¹



¹ **Efraín Velasteguí López:** Magister en Tecnología de la Información y Multimedia Educativa, Magister en Docencia y Currículo para la Educación Superior, Doctor (**PhD**) en Conciencia Pedagógicas por la Universidad de Matanza Camilo Cien Fuegos Cuba, cuenta con más de 60 publicaciones en revista indexadas en Latindex y Scopus, 21 ponencias a nivel nacional e internacional, 13 libros con ISBN, en multimedia educativa registrada en la cámara ecuatoriano del libro, una patente de la marca Ciencia Digital, Acreditación en la categorización de investigadores nacionales y extranjeros Registro REG-INV-18-02074, Director, editor de las revistas indexadas en Latindex Catalogo Ciencia digital, Conciencia digital, Visionario digital, Explorador digital, Anatomía digital y editorial Ciencia Digital registro editorial No 663. Cámara ecuatoriana del libro, Director de la Red de Investigación Ciencia Digital, emitido mediante Acuerdo Nro. SENESCYT-2018-040, con número de registro REG-RED-18-0063.

Contacto: Ciencia Digital, Jardín Ambateño, Ambato- Ecuador
Teléfono: 0998235485 – (032)-511262

Publicación:

w: www.cienciadigital.org

w: www.cienciadigitaleditorial.com

e: luisefrainvelastegui@cienciadigital.org

e: luisefrainvelastegui@hotmail.com

Director General

DrC. Efraín Velastegui López. PhD.

**“Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto,
y pensar lo que nadie más ha pensado”.**
Albert Szent-Györgyi



PRÓLOGO

El desarrollo educativo en Ecuador, alcanza la vanguardia mundial, procurando mantenerse actualizada y formar parte activa del avance de la conciencia y la tecnología con la finalidad de que nuestro país alcance los estándares internacionales, ha llevado a quienes hacemos educación, a mejora y capacitarnos continuamente permitiendo ser conscientes de nuestra realidad social como demandante de un cambio en la educación ecuatoriana, de manera profunda, ir a las raíces, para así poder acceder a la transformación de nuestra ideología para convertirnos en forjadores de personalidades que puedan dar solución a los problemas actuales, con optimismo y creatividad de buscar un futuro mejor para nuestra educación; por ello, docentes y directivos tenemos el compromiso de realizar nuestra tarea con seriedad, respeto y en un contexto de profesionalización del proceso pedagógico

DrC. Efraín Velasteguí López. PhD.¹

EDITORIAL REVISTA CIENCIA DIGITAL

Vol. 4 Núm. 3. (2020): Diseño & Evaluación

1	Asociación entre producción de leche y parámetros reproductivos en biotipos Holstein con diferente potencial productivo	6-23
	Fabián Danilo Reyes Silva, Juan Chávez Cossío, Luis Alfonso Condo Plaza, Pablo Roberto Marini	
2	Desde la perspectiva Neuropsicológica: la lateralidad, fluidez verbal, y conciencia fonológica componentes fundamentales en el desarrollo del proceso lecto escritor	24-41
	Mónica Narciza López Pazmiño, Sayda Cecilia Chamba Melo, Ana Elizabeth Zapata Montoya, Gabriela Katherine Robles Portugal	
3	Simulación del comportamiento aerodinámico de 3 perfiles NACA mediante el uso de dinámica de fluidos computacional (CFD)	42-61
	Marcelo Esteban Calispa Aguilar, Ariel Alexander Andrade Jaramillo, Juan Luis Díaz Castillo	
4	Comportamiento agro-productivo del Axonopus scoparius frente a niveles de fertilización en el Cantón Morona - Provincia Morona Santiago	62-71
	Luis Arias Alemán, Luis Ulloa Ramones, Luis Condo Plaza	
5	Nivel de conocimiento y opinión de los prestadores de servicios turísticos sobre el cambio climático y el potencial impacto para el sector en Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua, Ecuador	72-94
	Edison Marcelo Salas Castelo, Sulaya Betsabé Bayancela Delgado	
6	Síntesis de PIRIDIL-tolanos mediante un acoplamiento de sonogashira asistido por microondas	95-106
	Linda Mariuxi Flores Fiallos, Cristina Nataly Villegas Freire, María Augusta Guadalupe Alcoser	
7	Comparación de rendimiento de antenas microstrip con diferentes frecuencias y polarización	107-116
	Galo Hurtado Crespo, Juan Pérez Pérez, Zoila Contreras Paguay	
8	El descubrimiento de oportunidades para crear valor a través del emprendimiento e innovación	117-137
	Edison Becerra Molina	
9	Diseño de un bioreactor tipo UASB para el tratamiento de lixiviados provenientes de residuos urbanos	138-151
	Fabián Ernesto Arias Arias, Edison Geovanny Amaguaya Shagñay, Luis Santiago Carrera Almendáriz, Adrián Alejandro Rodríguez Pinos	

10	Revisión conceptual de “calidad educativa” y sus procesos en las instituciones de educación superior de criminología	152-163
	Wael Sarwat Hikal Carreón	
11	Análisis de los parámetros reproductivos en la raza jersey en la ganadería El Puente y su impacto en la rentabilidad	164-176
	Edwin Fabian Alzamora Guerra, José Vicente Trujillo Villacís, Marco Mauricio Chávez Haro, Pablo Rigoberto Andino Nájera	
12	Prueba piloto de señalización en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo pintura fotoluminiscente	177-194
	José Luis Llamuca Llamuca, Miriam del Rocío Salas Salazar, Alexandra Patricia Guerrero Godoy	
13	Elaboración de un proceso tecnológico para la producción de jugo de naranja en polvo	195-209
	Alexandra Isabel Tapia Borja, Mabel Mariela Parada Rivera, César Arturo Puente Guijarro, Paúl Marcelo Manobanda Pinto, Gonzalo Iván Guanoluisa Ataballo	
14	Evaluación de la eficiencia del crecimiento del micelio de <i>Ganoderma lucidum</i> (Ganodermataceae), un hongo con alto potencial de uso textil en Ecuador, en tres sustratos orgánicos	210-228
	Arturo Ávila López, Patricio Yáñez Moretta	
15	Valoración Económica Ambiental del Recurso Aire en el Cantón Riobamba	229-252
	Mabel Mariela Parada Rivera, Juan Carlos González García, Slendi Monserrate Jácome Ampudia, Shomira Mariel Pacheco Palacios, Sofia Katherine Erazo Chávez	
16	Importancia de los servicios ecosistémicos del recurso vegetal de la parroquia San Juan, cantón Riobamba	253-270
	Marcela Yolanda Brito Mancero, Mary Silvana Moreta Escobar, Alex Vinicio Gavilanes Montoya, Zoila Valeria Tapia González	
17	Eficiencia socio ambiental de la reacción fenton en el tratamiento de lixiviados	271-285
	José Gerardo León Chimbolema, Sofía Carolina Godoy Ponce, Mayra Alexandra Guevara Villegas	
18	Periodización táctica y la toma de decisiones en la transición ofensiva en el baloncesto femenino de la ESPOCH sede Morona Santiago Ecuador	286-303
	Danilo Ortiz Fernández, Alberto Alzola Tamayo, José Alfredo Sánchez Anilema, Omar Hechavarria George	
19	Diseño de un mecanismo desacoplable para brindar ayuda en el proceso de movilidad al subir y bajar de un vehículo tipo sedan para personas discapacitadas	304-316
	Edison Patricio Abarca Pérez, Víctor David Bravo Morocho, Edgar Javier Loor Solórzano, Ianni Mera Angelo Salvatore	

20	Priorización del mantenimiento mediante la determinación del número prioritario de riesgo, y el análisis de modos y efectos de fallos de una máquina de inyección de poliuretano de alta presión	317-335
	Angel Daniel Larrea Moreano, Cristian David Redrobán Dillon, Antonio Gabriel Castillo Medina	
21	Diseño e implementación de un seguidor solar de un eje para la optimización de un sistema fotovoltaico de 100 W aplicando cálculos matemáticos y automatización industrial	336-354
	Mayra Alejandra Pacheco Cunduri, Isidoro Enrique Tapia Segarra, Esteban Augusto Guevara Cabezas	
22	Diagnóstico situacional de la comunidad Capirona, parroquia Puerto Napo, cantón Tena, provincia de Napo, previo a la elaboración del inventario de atractivos turísticos	355-377
	Shakira Lissett Salazar Mora, Nancy Patricia Tierra Tierra, Edison Marcelo Salas Castelo	
23	Sobre el uso de métodos de Arnoldi para la continuación numérica de puntos estacionarios	378-390
	Zenaida Natividad Castillo Marrero, Gustavo Adolfo Colmenares Pacheco, Víctor Oswaldo Cevallos Vique	
24	Análisis químico, microbiológico y sensorial de helados de mora (<i>Rubus glaucus Benth</i>) a base de leche de chocho (<i>Lupinus mutabilis Sweet</i>)	391-403
	Ronald Mauricio Zurita Gallegos, Byron Adrián Herrera Chávez, Jessica Alexandra Robalino Vallejo	

Asociación entre producción de leche y parámetros reproductivos en biotipos Holstein con diferente potencial productivo



Association between milk production and reproductive parameters in Holstein biotypes with different production potential

Fabián Danilo Reyes Silva.^{1,3}, Juan Chávez Cossío², Luis Alfonso Condo Plaza^{3,4}, Pablo Roberto Marini^{3,5}

Recibido: 06-04-2020 / Revisado: 10-05-2020 / Aceptado: 14-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1273>

The objective of this study was to determine productive and reproductive parameters and the existing association between them, in two Holstein biotypes with different productive potential. Retrospective records of 1315 fine cows of the Ecuadorian Holstein biotype and 148 records of pure Holstein, of 46 herds located in the province of Cotopaxi - Ecuador, collected in the period 1996 - 2015, were used. The cows were grouped into two categories: Ecuadorian Holstein (HE) and pure Holstein (HP) and were characterized by milk production adjusting to 305 days of breastfeeding in liters (PLA) and reproductive parameters: age at first delivery in days (PPE), birth-conception interval in days (IPC) and number of NP deliveries (NP). The data obtained were analyzed by multiple regression, considering the ratio of goodness. No significant differences in PLA, EPP, IPC and NP were found in HE and HP biotypes. According to the production category, the HE biotype had a slight superiority (6,686.8 L/lactation in PLA; PPE is away from the 24 to 27 months considered ideal and shows no association with PLA as well as CPI; 12.5% and 10% of milk production depend on

¹ Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador. fabianreyess@yahoo.es

² Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Zootecnia, Docente del Departamento de Producción Animal. Lima, Perú.

³ Centro Latinoamericano de Estudios de Problemáticas Lecheras (CLEPL).

⁴ Universidad Regional Amazónica IKIAM. Tena, Napo.

⁵ CIC-Universidad Nacional de Rosario (UNR). Facultad de Ciencias Veterinarias, Cátedra de Bovinos de Leche; Argentina; pmarini@unr.edu.ar

the number of births and from the fifth delivery, milk production begins to decline. The behavior of the variables studied, can be assumed to other factors that are influencing the fulfillment of parameters and objectives typical of other systems and discusses the need to rethink dairy goals and objectives that allow the sustainability of livestock.

Keywords: Age at first birth, open days, productive life, livestock.

Resumen.

El objetivo del presente estudio fue determinar parámetros productivos y reproductivos y la asociación existente entre ellos, en dos biotipos Holstein con diferente potencial productivo. Se utilizaron registros retrospectivos de 1.315 vacas multíparas del biotipo Holstein ecuatoriano y 148 registros de Holstein puro, de 46 hatos ubicados en la provincia de Cotopaxi - Ecuador, recolectados en el periodo 1996 - 2015. Las vacas se agruparon en dos categorías: Holstein ecuatorianas (HE) y Holstein puras (HP) y se caracterizaron en función de la producción de leche ajusta a 305 días de lactancia en litros (PLA) y de los parámetros reproductivos: edad al primer parto en días (EPP), intervalo parto-concepción en días (IPC) y número de partos (NP). Los datos obtenidos se analizaron mediante regresión múltiple, considerando el coeficiente de bondad. No se encontró diferencias significativas en PLA, EPP, IPC y NP en los biotipos HE y HP. De acuerdo a la categoría de producción, el biotipo HE presentó una ligera superioridad (6.686,8 L/lactancia en PLA; la EPP está alejada de los 24 a 27 meses consideradas ideal y no muestra asociación con la PLA al igual que el IPC; el 12,5% y el 10% de la producción de leche dependen del número de partos y a partir del quinto parto, empieza a decrecer la producción de leche. El comportamiento de las variables estudiadas, se puede asumir a otros factores que están influyendo en el cumplimiento de parámetros y objetivos propios de otros sistemas y pone en discusión la necesidad de repensar metas y objetivos lecheros que permitan la sustentabilidad de las ganaderías.

Palabras claves: Edad al primer parto, días abiertos, vida productiva, ganadería.

Introducción.

En el mundo, la ganadería de leche es una de las principales actividades económicas, alrededor de 200 millones de familias de Asia, África y América se dedican a producir leche (FAO, 2018). En Ecuador tiene alta relevancia en la estructura económica y social debido a su gran aporte a la generación de empleo e ingresos económicos de aproximadamente 285.000 productores de leche y más de 1'200.000 personas que se dedican a actividades productivas relacionadas a la leche (MAGAP, 2016); producen algo más de cinco millones de litros diarios de leche en sistemas a pastoreo (ESPAC, 2018), de los cuales el 45 por ciento provienen de pequeños productores, el 32 por ciento de medianos y el 23 por ciento de grandes productores (Grijalva, 2016).

Conseguir una mayor eficiencia biológica y económica de las vacas demanda de una elevada producción de leche por lactancia y de un buen desempeño reproductivo (Marini y Di Masso, 2019) que ha motivado a los ganaderos a utilizar tecnologías y protocolos de crianza efectiva adaptadas a sistemas a pastoreo (Coffey, 2016), los altos niveles de producción de leche va en desmedro de la performance reproductiva, sin embargo Cerón (2008) indica que no es muy precisa, porque altas producciones a veces coinciden con buenos rendimientos reproductivos; en este contexto es necesario profundizar los estudios para determinar comportamientos productivos y reproductivo de las vacas Holstein a nivel local con el propósito de optimizar los recursos existentes y lograr ganaderías sustentables.

Tener la primera cría a edad avanzada disminuye el valor económico de la vaca, reduce el potencial reproductivo (número de crías) y por consiguiente la producción de leche en su vida productiva (Grajales et al., 2006), a esto se suma que la inversión en la cría y recria de las vaquillonas no produce retorno hasta después del parto o venta, por tanto, es imprescindible prestar atención en los primeros meses de vida de la ternera (Pieroni, 2014).

Marini y Di Masso (2019) en un estudio con datos retrospectivos de 260 vacas primíparas de raza Holstein recolectados en el periodo 1992 - 2012 en Argentina, encontraron una correlación positiva y significativa ($r=0,346$; $P=0,0002$) entre producción de leche y edad al primer parto en vacas puras; sin encontrar asociación ($r= 0,078$; $P=0,282$) en vacas con registro de cría. De igual manera el intervalo parto-concepción, conocido también como días vacíos o días abiertos, es un parámetro sustancial que indica la eficiencia en la detección del estro y la fecundidad de la vaca, es ampliamente utilizado para evaluar la eficiencia reproductiva del hato (González 2001); además correlacionan con el intervalo entre partos, demostrando asociación positiva 0,22 y 0,55 entre la producción y el intervalo entre partos (Zambiachi et al., 1999, citado por Lamoglia, 2013), aunque, Córdova y Pérez (2005) no encontraron asociación entre producción de leche e intervalo parto-concepción.

El objetivo del presente estudio fue determinar el comportamiento de parámetros productivos, reproductivos y la asociación existente entre ellos en dos biotipos Holstein con diferente potencial productivo, en sistemas a pastoreo en la provincia de Cotopaxi, Ecuador.

Metodología.

El trabajo se desarrolló utilizando registros productivos y reproductivos retrospectivos pertenecientes a los años 1996 – 2015 de 1.464 vacas multíparas de 46 hatos de la provincia de Cotopaxi, bajo el control lechero de la Asociación Holstein Friesian del Ecuador (AHFE). La misma que se encuentra localizada en la región interandina del Ecuador, en el centro del país, en la Zona: 17 M; coordenadas x: 750402.59 m E y: 9896032.29 m S. Calvache (2014) menciona que se encuentra dentro del clima mesotérmico semi-húmedo a húmedo característico de la zona andina, en alturas comprendidas entre 2.000 y 3.050 m.s.n.m., con

precipitaciones de 500 a 2.000 mm, la temperatura media va de 10 a 20 grados centígrados, humedad de relativa de 65 a 85 por ciento.

La zona de estudio posee un suelo rico en materia orgánica y agua de regadío, propicio para la producción de forraje verde natural y mejorado durante todo el año (CIL, 2015). Se practica el sistema de pastoreo rotativo, con potreros divididos con cercas de alambres de púas, cercas vivas y cercas eléctricas; la alimentación se basa en forraje verde, suplemento balanceado y residuos de cosecha en el momento del ordeño.

Las vacas se agruparon por su biotipo: Holstein ecuatorianas y Holstein puras; las primeras son vacas que han sido inseminadas o montadas con toro puro registrado y están en el proceso de alcanzar la pureza luego de siete generaciones, mientras que las vacas puras sus ancestros fueron puros y se inseminan con semen de toros puros registrados. Los datos de las vacas se caracterizaron en: producción de leche en litros ajustada a 305 días de lactancia (PLA), edad al primer parto en días (EPP), intervalo parto-concepción en días (IPC) y número de partos (NP). Utilizando la metodología de Marini y Oyarzabal (1999) citado por Marini, et al. (2002), los datos de cada biotipo se agruparon en tres categorías por su producción de leche ajustada a 305 días (baja, media y alta). Para la elaboración de la base de datos se utilizó Microsoft Excel y el análisis de datos en el paquete estadístico Infostat.

El efecto del biotipo sobre las variables de estudio se evaluó con un análisis de varianza a un criterio de clasificación y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey, a excepción del número de partos que fue analizado con Kruskal-Wallis; mismas pruebas se utilizaron para el análisis de las categorías de producción. La asociación entre variables se calculó mediante el coeficiente de correlación lineal producto-momento de Pearson.

Resultados.

En la Tabla 1, se aprecia ausencia de diferencias estadísticamente significativas en la producción de leche de los biotipos Holstein ($F=0,13$; $P=0,7215$); de igual manera en la edad al primer parto ($F=3,27$; $P=0,071$), similar comportamiento en el intervalo parto-concepción ($F=0,28$; $P=0,5954$) y número de parto ($P=0,5077$).

Tabla 1. Parámetros productivos y reproductivos en bovinos Holstein ecuatoriano y Holstein puro en sistemas a pastoreo.

Parámetros	Holstein ecuatoriana			Holstein pura				
	n	Media	E.E	n	Media	E.E		
PLA (litros)	1315	4996	a	18	148	4939	a	54
EPP (días)	1315	957	a	4	148	979	a	12
IPC (días)	591	267	a	19	65	235	a	27
² NP	1315	1 (1 -10)	a		148	1 (1 -8)	a	

EPP: Edad al primer parto en días; PLA: Producción de leche ajustada a 305 días;

IPC: Intervalo parto-concepción en días

² Valores: mediana (rango) Prueba de KruskalWallis

n: Número de datos

E.E.: Error estándar

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$)

Fuente: Elaboración propia.

Las producciones de leche de los biotipos Holstein ecuatoriano y Holstein pura, son superiores a 4.069 litros por lactancia encontrados por Revelo (2018) en la provincia de Pichincha, Ecuador; a los 4.542 y 4.612 litros para Holstein puras y cruce H x Bw en Pichincha durante el periodo 2007-2014 (Clavijo *et al.*, 2016); a los 4.132 litros encontrados en Nariño, Colombia por Solarte y Zambrano (2012) y a los 4.333 litros reportados por Bueno (2018) en la altura de Cajamarca – Perú. Aunque, inferior a los 6.142 litros reportados por Analuisa (2004) en vacas Holstein de Pichincha - Ecuador en sistemas a pastoreo. De la misma manera a los 6.154 litros publicados por Quijano y Montoya, (2000). Y muy por debajo a los registrados en los Estados Unidos y Canadá con producciones de 11.313 litros a los 305 días y 10.182 litros en sistemas intensivos (Roca, 2012). Las producciones de leche encontradas en el presente estudio, posiblemente se deba a la alta genética de las vacas, a un conjunto de prácticas de manejo integral y a los ecosistemas de la provincia de Cotopaxi apropiados para la disponibilidad permanente de forraje, que ha permitido que las mismas se adapten satisfactoriamente (CIL, 2015).

La edad al primer parto (EPP) de las vacas Holstein ecuatoriano y puro se encuentran por encima de los 22 a 27 meses considerados para sistemas a pastoreo (García y Gens, 1997; Galvis, 2008). Aunque, similares a los 31,5 meses reportados por Ortiz (2008) en la provincia de Pichincha – Ecuador. Por debajo de los 40,1 meses señalados por Freire (2016) en sistemas a pastoreo en la provincia de Chimborazo, a los 35,4 y 31,7 meses para vacas con registro de cría y puras manejadas bajo un sistema de pastoreo en Argentina (Marini *et al.*, 2015), a los 35 meses reportados por Vallone *et al.* (2016) en sistemas a pastoreo en Argentina y a los 33,1 meses mostrados por Bueno (2018) en un estudio realizado con datos del periodo 1999-2013 en Lima-Perú. Mostró valores superiores a los 28,1 meses mencionado por Valencia (2009) en un estudio en la hacienda San Marcos en Cuenca- Ecuador y a los 28,9 meses encontrados por Salazar-Carranza *et al.* (2013) en vacas Holstein puras de hatos de lechería especializada en Costa Rica. Todos los resultados muestran que existe una gran variación de la edad que llegan las vaquillonas a su primer parto, indicando que no es sencillo cumplir con los objetivos impuestos en otros sistemas de producción. Posiblemente, los elevados costos de alimentación y mano de obra que demanda la cría y recría de las vaquillonas podría ser uno de los factores, aunque el otro debería tener una mirada más integral y evaluar el sistemas productivo en el cual se desarrolla para poder realizar los ajustes necesarios para que las vaquillonas alcancen la pubertad, el peso y la función reproductiva llegando al primer

parto acorde al sistema en el cual se desarrolla y de esta manera contribuir a mejorar la rentabilidad y el bienestar de las vacas.

El promedio del intervalo parto-concepción (IPC) en los dos biotipos fue muy amplio, lejos de los 82 días para obtener un parto al año (Marini y Di Masso, 2019); siendo superior a los 205 y 196 días para vacas Holstein primíparas y multíparas encontrados por Bueno (2018) en el periodo de 1999 - 2013 a 3.350 msnm en Cajamarca - Perú; a los 141 días reportados por Echeverri, *et al.* (2011); a los 181 días reportados por Ortiz *et al.* (2009) en un estudio realizado en cuatro establos de la cuenca lechera de Lima con datos del periodo 1994 - 2002 en un sistema intensivo y a los 217, 160, 161 y 154 días para los cuartiles 1, 2, 3 y 4 en base a la edad al primer parto propuestos por Marini y Di Masso (2019) en vacas Holstein con registro de cría. Los días de intervalo parto-concepción que mostró este grupo de vacas posiblemente pueda deberse a una elevada producción de leche que no es posible sostenerse sin que repercuta en la eficiencia reproductiva, además del balance energético negativo, inadecuados niveles de hormonas gonadotropinas, fallas en la detección del estro, factores ambientales y salud de las vacas, que deben ser analizadas en profundidad para superar la dificultad de preñar luego del parto y conseguir un equilibrio entre producción y reproducción de las vacas lecheras para que pueda ser sustentable.

Entre tanto, la longitud de vida productiva expresado en número de partos encontrados en este estudio es inferior a 3,6 partos reportados por Ferris *et al.* (2012) en vacas Holstein mestizas, y a los 2,6 - 3,3 partos en vacas de alta producción lechera en Estados Unidos y Alemania (Hare, Norman y Wright, 2006; Knaus, 2009; Frana *et al.*, 2014, citado por Marini y Di Masso, 2019). Sin embargo, el biotipo Holstein ecuatoriano tiene más partos (1-10) que las Holstein puras, pero ambas presentan una corta longitud de la vida productiva.

Tabla 2. Producción de leche ajustada a 305 días en biotipos Holstein según categoría de producción.

Holstein ecuatoriana				
Producción baja	n	Producción media	n	Producción alta
3316 ± 32 a	438	4985 ± 32 b	439	6687 ± 32 c
Holstein puras				
Producción baja	n	Producción media	n	Producción alta
3214 ± 95 a	49	5032 ± 95 b	50	6571 ± 94 c

n: Número de datos

Valores de producción: media aritmética ± error estándar

a,b,c, Valores con diferente letra en las filas difieren significativamente (P<0,05)

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2 se observa que se han encontrado tres categorías de vacas en cada uno de los biotipos estudiados ($P < 0,05$) en donde las vacas independientemente del biotipo se comportan de manera similar. La categorización de ambos biotipos Holstein en tres niveles de producción permitió comparar el desempeño reproductivo de los tres grupos. Es así que el 33% de las vacas poseen bajas producciones con un promedio de leche de 10,8 y 10,5 L/día/lactancia, levemente superior al promedio de 10 L/día para la región sierra del Ecuador (ESPAC, 2017); mientras que en la categoría medio y alto se observó producciones individuales que sobrepasan 16 y 21 litros de leche/día, lo cual muestra un elevado nivel de producción en el 66% de las vacas registradas en la Asociación Holstein Friesian del Ecuador (AHFE), en comparación a otros hatos lecheros del Ecuador con sistemas similares.

No se debe esperar altos niveles de producción en los sistemas a pastoreo, aunque se crea que con mejorar solo la genética eso podría ser posible, la expresión del potencial productivo debe estar acompañada de un control del ambiente que no es posible garantizar en los sistemas a pastoreo. Es importante que los productores busquen dentro de su rodeo vacas que muestren adaptación al ambiente y fitness (Rauw *et al.*, 1998) lo que le permitirá tener la vaca más conveniente para su sistema de producción. Entre tanto, otros países como Argentina los sistemas lecheros tienden a intensificarse, confinando mayor tiempo a sus vacas y equilibrando el consumo de materia seca con el fin de incrementar los litros de leche producidos por vaca (Frossasco *et al.*, 2017). Sin embargo, en la provincia de Cotopaxi y la región interandina, los ecosistemas existentes permiten disponer de forraje verde de buena calidad y cantidad durante todo el año, con ligeros descensos propios de la época de verano (CIL, 2015) apta para el desarrollo de sistemas de producción a pastoreo, en espera de aprovechar al máximo el potencial productivo sin provocar un desequilibrio reproductivo-sanitario.

Tabla 3. Edad al primer parto (días) de biotipos Holstein según categoría de producción.

Holstein ecuatoriana					
n	Producción baja	n	Producción media	n	Producción alta
438	955 ± 7 a	438	961 ± 7 a	439	954 ± 7 a
Holstein puras					
n	Producción baja	n	Producción media	n	Producción alta
49	979 ± 21 a	49	962 ± 21 a	50	995 ± 21 a

n: Número de datos

Valores de producción: media aritmética ± error estándar

a. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$)

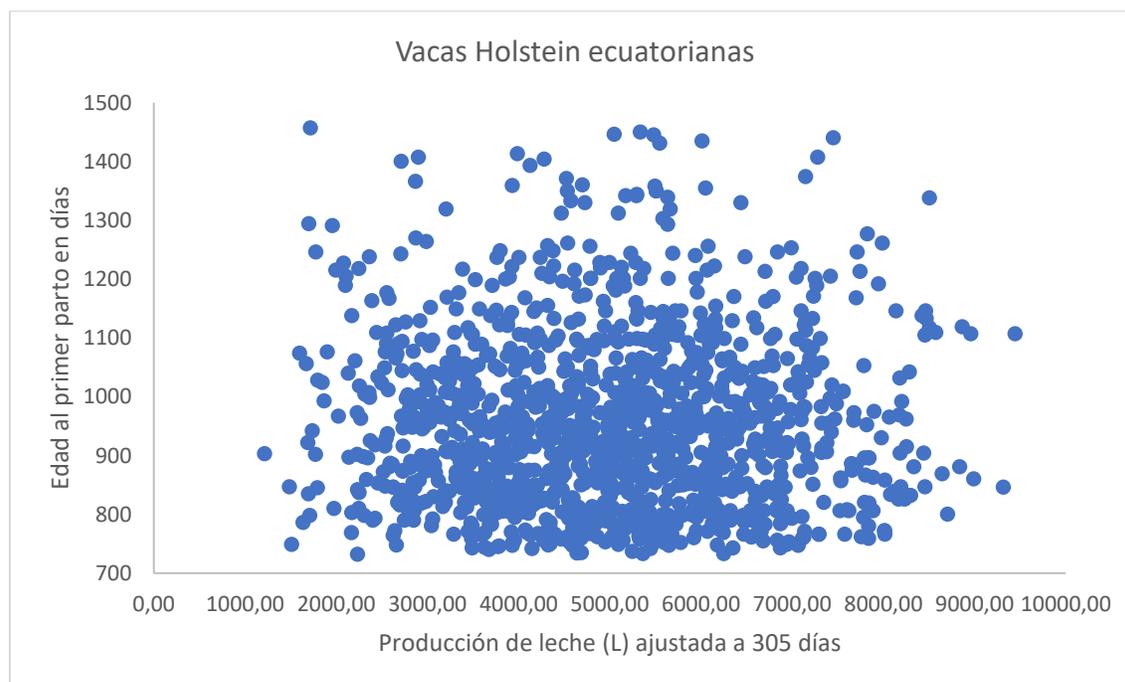
Fuente: Elaboración propia.

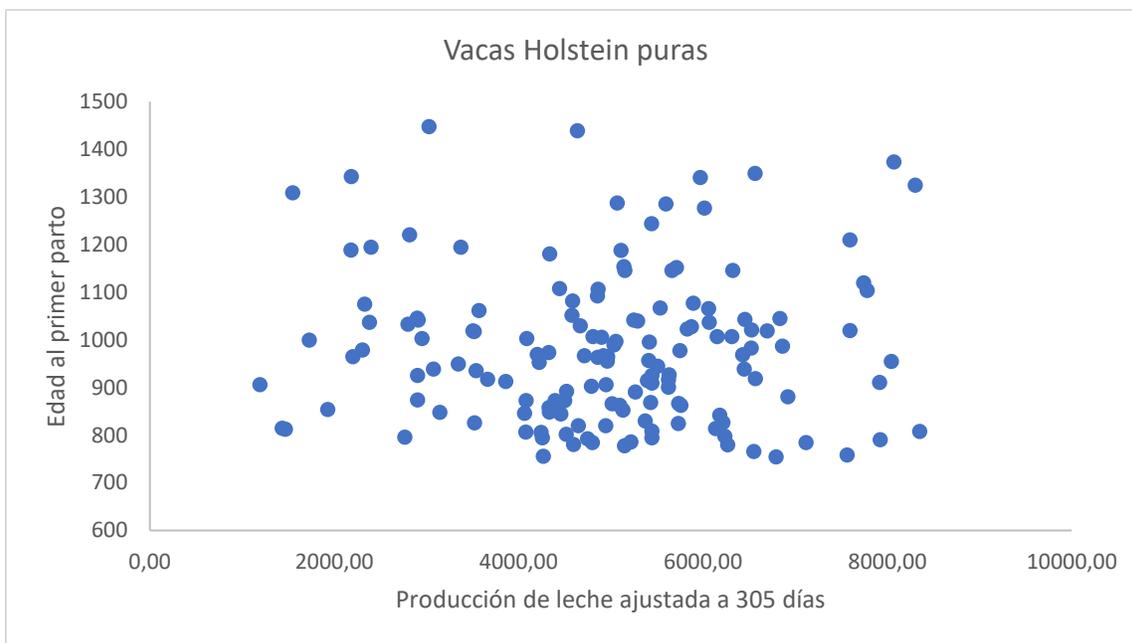
En la Tabla 3 se observa que la edad al primer parto no presenta diferencias estadísticamente significativas ($P > 0,05$) según las categorías de producción para ambos biotipos Holstein analizados. El biotipo Holstein ecuatoriano presenta los promedios más bajos (31 - 32 meses) de edad al primer parto, demostrando mayor producción de leche con menor EPP, no así las Holstein puras que mostraron un nivel de producción elevado con mayor edad al primer parto. Por consiguiente, en este estudio el nivel de producción de leche tendría relación con la edad al primer parto, siendo indistinto también para los biotipos estudiados. Vitullo, Sarramone y Dick (2016) y por Marini y Di Masso (2019) reportaron similares resultados.

Por el contrario, otros autores indican que los retrasos en la edad al primer parto producen mayor cantidad de leche (Castillo-Badilla *et al.*, 2013; Salazar-Carranza *et al.*, 2013), mientras que Lasa (2015) menciona que los partos entre 18 y 26 meses de edad, provocan un aumento en la producción de leche en la primera lactancia y una disminución, a medida que aumenta la edad al primer parto. Consecuentemente, la edad al primer parto está alejada de los 22 a 27 meses considerados óptimos para sistemas a pastoreo (García y Gens, 1997; Galvis, 2008).

En el mismo sentido la figura 1 muestra la inexistencia de asociación entre la producción de leche ajustada a 305 días y la edad al primer parto de los biotipos Holstein ecuatoriana y Holstein pura ($r=0,010$; $r= 0,11$).

Figura 1. Asociación de la producción de leche (L) ajustada a 305 días con la edad al primer parto (días) en dos biotipos Holstein en sistemas a pastoreo.





Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Intervalo parto-concepción (días) de biotipos Holstein según categoría de producción

Holstein ecuatoriana					
n	Producción baja	n	Producción media	n	Producción alta
133	262 ± 13 a	195	276 ± 11 a	263	249 ± 9 a
Holstein puras					
n	Producción baja	n	Producción media	n	Producción alta
17	271 ± 17 a	17	257 ± 37 a	31	235 ± 27 a

n: Número de datos

Valores de producción: media aritmética ± error estándar

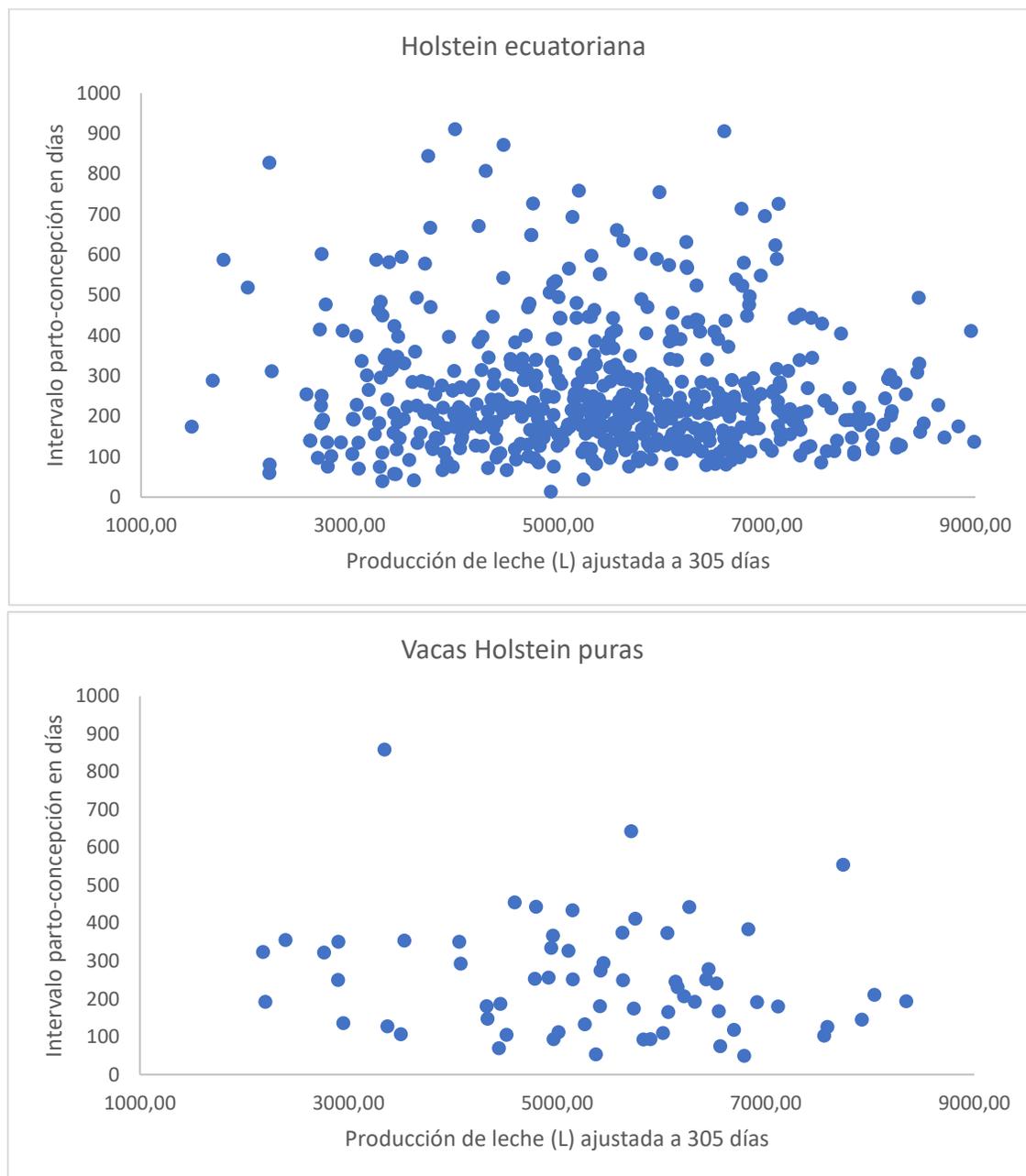
a. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$)

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 4 muestra los resultados del intervalo parto-concepción sin diferencias estadísticas significativas ($P > 0,05$) en los dos biotipos Holstein agrupados según la categoría de producción. Lo que se puede interpretar que independientemente del nivel productivo los valores del intervalo parto-concepción están elevados del óptimo de los 82 días considerados para obtener una cría por año, indicando que existen otros factores de relevancia que afectan la eficiencia reproductiva.

En la Figura 2, se muestra una gran dispersión del valor del intervalo parto-concepción, e indica la no existencia de asociación entre la producción de leche ajustada a 305 días, y el intervalo parto concepción ($r=0,059$; $r= 0,18$).

Figura 2. Asociación de la producción de leche (L) ajustada a 305 días con el intervalo parto concepción (días) en dos biotipos Holstein en sistemas a pastoreo.



Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, Córdova y Pérez (2005) en un estudio realizado en el establo lechero de Texcoco, México tampoco encontraron asociación entre la producción de leche y el intervalo parto-concepción, reportaron valores de $r = 0,025; 0,021; 0,026; 0,021; 0,022$ y $0,056$ en los años: 1998, 1999, 2000, 2001, 2002 y 2003). Sin embargo, Kim y Suh (2003) y Marini, Charmandarian y Di Masso (2007) señalan que las vacas en su primer parto con niveles elevados de producción de leche, disminuirían su capacidad de reiniciar la actividad reproductiva, de la misma manera Roche *et al.* (2013) sostienen que las vacas con una alta producción de leche presentan desordenes posparto.

La Tabla 5 muestra la presencia de diferencias significativas ($P < 0,001$) en el número de partos de los biotipos estudiados agrupados por categoría de producción; las de alta producción en los dos biotipos manifestaron tener mayor vida productiva al igual que el biotipo Holstein ecuatoriana, pone en evidencia la reposición del 33% en vacas de alta producción.

Tabla 5. Número de partos de biotipos Holstein según categoría de producción

Holstein ecuatoriana					
n	Producción baja	n	Producción media	n	Producción alta
438	1 (1 - 8) a	438	1 (1 - 10) b	439	3 (1 - 9) c
Holstein puras					
n	Producción baja	n	Producción media	n	Producción alta
49	1 (1 - 4) a	49	1 (1 - 6) b	50	3 (1 - 8) c

n: Número de datos

Valores de producción: corresponden a la mediana y rango

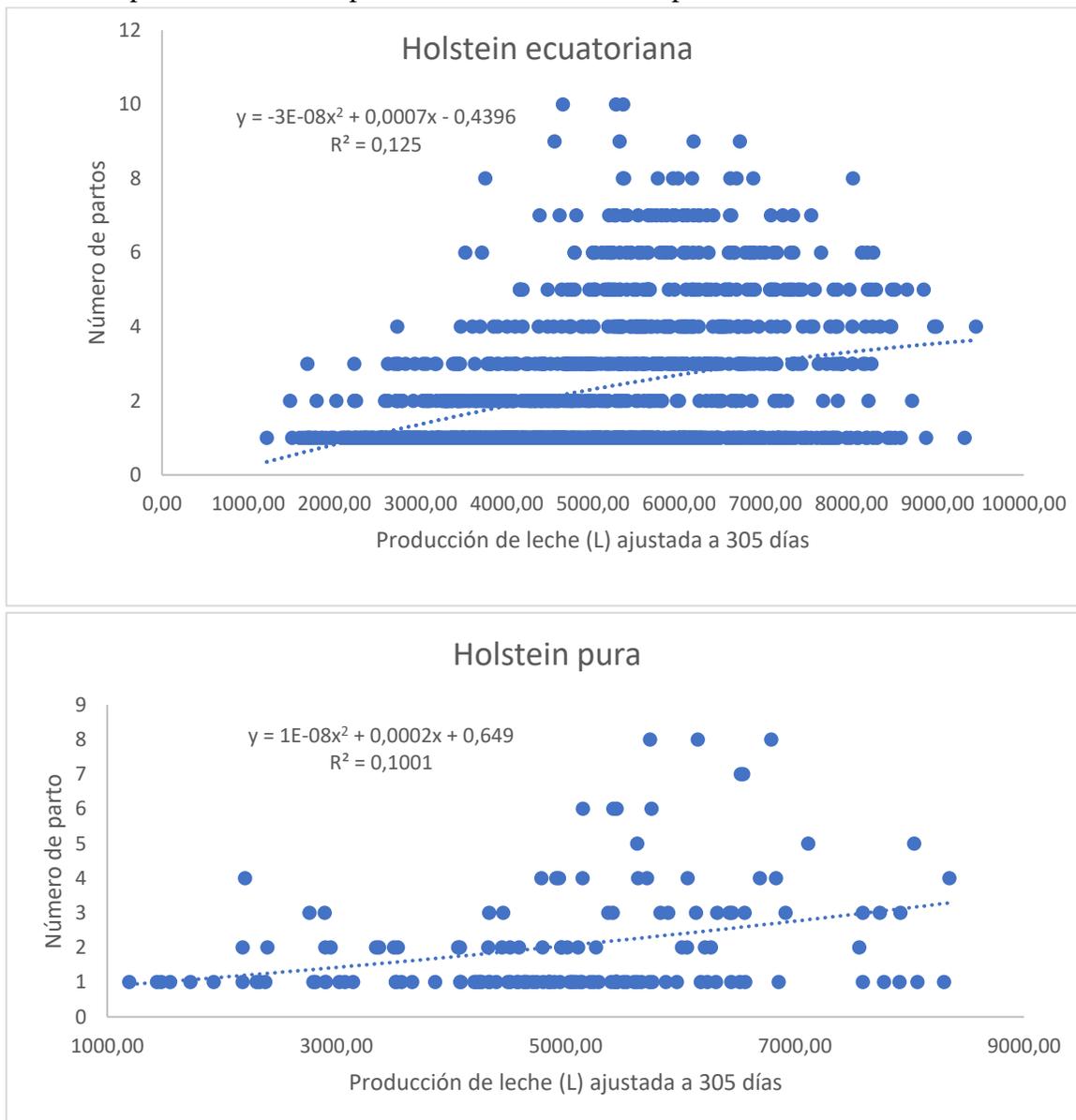
a,b,c, Valores con diferente letra en las filas difieren significativamente ($P < 0,05$)

Fuente: Elaboración propia.

Mientras que el valor de la mediana del número de partos en las dos primeras categorías es bajo, sin embargo, considerando el promedio se necesitará un 50% de reposición anual. Valores que están alejados de los cuatro partos de vida productiva considerados aceptables para una buena rentabilidad.

La figura 3, muestra la representación cuadrática del comportamiento de la producción de leche y el número de partos, resalta la baja asociación en los biotipos Holstein ecuatoriana y Holstein pura, en donde apenas el 12, 5% y el 10% de la producción de leche dependen del número de partos a una regresión de segundo orden. De la misma manera se nota que, a partir del quinto parto la producción de leche empieza a decrecer; sin embargo, aquellas vacas que se han mantenido hasta el octavo y décimo parto presentaron moderadas producciones de leche.

Figura 3. Asociación de la producción de leche (L) ajustada a 305 días con el número de partos en dos biotipos Holstein en sistemas a pastoreo.



Fuente: Elaboración propia.

Barrera (2017) no encontró diferencias significativas ($P > 0,05$) entre la producción de leche y el número de parto; sin embargo, Carvajal y Valencia (2002) en vacas Holstein en México, reportaron mayor producción de leche en vacas de tercero, cuarto y quinto parto, de igual manera Linn (1988) sostiene que la mayor producción de leche se alcanza entre el tercero y quinto parto. Gran parte del aumento de producción de leche se debe a que el organismo utiliza los nutrientes consumidos para el mantenimiento y producción, por tanto, el desarrollo corporal produce un aumento del aparato digestivo y la glándula mamaria, mientras que en lactancias a edades tempranas el organismo animal sigue creciendo.

Los resultados encontrados de PLA, EPP, IPC y NP en sistemas a pastoreo ponen en duda el cumplimiento de parámetros considerados óptimos propios de otros sistemas productivos; la producción de leche es muy susceptible a cambios ambientales temporales; por tanto, se confirma lo mencionado por Marini y Di Masso (2019) que en la producción de leche en sistemas a pastoreo existen factores desconocidos o bien conocidos pero difíciles de controlar en sistemas extensivos, que limitan el cumplimiento de parámetros y objetivos establecidos para sistemas intensivos y en ambientes diferentes.

Conclusiones.

- Los parámetros productivos y reproductivos estudiados se comportan de similar manera para los biotipos y el sistema estudiado.
- Se pone en discusión el propósito de tener vacas de producción de leche superior que podría ir en desmedro de los parámetros reproductivos, y la necesidad de repensar las metas y objetivos lecheros con animales funcionales y prácticas de manejo acorde a la realidad de la zona y país que permitan la sustentabilidad de las ganaderías.

Referencias bibliográficas.

- Analuisa, I. (2004). Evaluación de la eficiencia productiva y reproductiva de diez hatos lecheros de Aloag, Alausí, Machachi y Tambillo, en la Provincia de Pichincha (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- Barrera, J. (2019). Relación del número de parto y el nivel de producción con las excreciones de nitrógeno de ganado bovino productor de leche (Tesis de maestría). Recuperado de <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/1407>
- Bueno, C. (2018). Índices productivos y reproductivos en vacunos Brown Swiss, Jersey y Holstein en altura-Cooperativa Atahualpa Jerusalen, Cajamarca 1999-2013 (Tesis de maestría). Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3526>.
- Carvajal-Hernández, M., Valencia-Heredia, E. R., y Segura-Correa, J. C. (2002). Duración de la lactancia y producción de leche de vacas Holstein en el Estado de Yucatán, México. *Revista Biomédica*. 13(1), 25-31.
- Cerón, J.H. (2008). Causas y tratamientos de la infertilidad en la vaca lechera (Tesis de maestría). Universidad Nacional Autónoma de México.
- CIL (Centro de la Industria Láctea de Ecuador). (2015). La leche del Ecuador: historia de la lechería ecuatoriana. 15, 192.
- Clavijo, F., Rodríguez, I., Luis, F., Yáñez, I., Godoy, A., Garzón, J., ... & Marini, P. (2016). Productive and reproductive evaluation of holsteins and Brown swiss x Holstein in

- Ecuador (en línea). Asian Journal of Agriculture and Food Sciences. 4(4), 219-223. Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/4198>
- Coffey, E., Horan, B., Evans, R. & Berry, D. (2016). Milk production and fertility performance of Holstein, Friesian, and Jersey purebred cows and their respective crosses in seasonal-calving commercial farms. *J. Dairy Sci.* 99(7), 5681-5689. doi:10.3168/jds.2015-10530
- Córdova A. y Pérez, J. (2005). Relación reproducción-producción en vacas Holstein (en línea). REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria. 6(2): 1-4. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612654014.pdf>
- Echeverri Z., Salazar R. y Parra S. (2011). Análisis comparativo de los grupos genéticos Holstein, Jersey y algunos de sus cruces en un hato lechero del norte de Antioquia, Colombia. *Zootecnia Trop.* 29 (1), 49-59.
- ESPAC. (2017). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Consultado 25 dic. 2017. Recuperado de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2017/Informe_Ejecutivo_ESPAC_2017.pdf
- ESPAC. (2018). Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua. Consultado 5 ene. 2019. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>
- FAO. (2018) Ganadería sostenible y cambio climático en América Latina y el Caribe. Recuperado de <http://www.fao.org/americas/prioridades/ganaderia-sostenible/es/>
- Ferris, C., Vance, E., Park, R., Hunter, B., Mayne, S., Mackey, D., Kilpatrick, D. & Watson S. (2012). A comparison of the performance of Holstein-Friesian and Jersey crossbred cows across a range of Northern Ireland milk production systems. The Northern Ireland Agricultural Research and Development Council. *AgriSearch*. Irlanda. 36.
- Freire, M. (2016). Evaluación de parámetros productivos y reproductivos en ganaderías bovinas de la provincia de Chimborazo afiliadas a la Asociación Holstein Friesian del Ecuador (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Frossasco, G., Garcia F., Odorizzi, A., Ferrer, J., Brunetti, M. y Echeverría A. (2017). Evaluación de distintos sistemas lecheros intensivos. *Inf. téc. Área Producción Animal EEA INTA Manfredi*. Online: <https://bit.ly/2GvCI2T>.

- Galvis, R. (2008). Aspectos fisiológicos del crecimiento con relación a la producción de leche. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 74.
- García Bouissou, R. y Gens, M. (1997). Edad al primer parto en vaquillonas Holstein: relaciones con el comportamiento productivo y reproductivo. Memorias del IV Simposio Lechero de Tandil. Ed. Estudio Ganadero Pergamino. Argentina. 33-38.
- González, C. (2001). Parámetros, cálculos e índices aplicados en la evaluación de la eficiencia reproductiva. *Reproducción Bovina*, 203–247.
- Grajales, H., Hernández, A. y Prieto, E. (2006). Edad y peso a la pubertad y su relación con la eficiencia reproductiva de grupos raciales bovinos en el trópico colombiano. *Livestock Research for Rural Development* 18 (139). Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd18/10/graj18139.htm>
- Grijalva, J. (13 mar. 2016). La Asociación de ganaderos de la sierra y el oriente del Ecuador. Quito, Ecuador. AGSO. Disponible en: <http://www.telegrafo.com.ec/economia/item/produccion-lechera-mue-700-millones-al-ano.html>.
- Hare, E., Norman, H. y Wright, J. (2006). Trends in calving age and calving intervals for dairy cattle breeds in the United States (en línea). *Journal of dairy science* 89(1): 365-370. Recuperado de <https://bit.ly/2BF5wr>.
- Hernández-Cerón, J. (2016). Fisiología clínica de la reproducción de bovinos lecheros, 1ª ed. Universidad Autónoma de México. 87.
- Kim, IH. & Suh GH. (2003). Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. *Theriogenology* 60 (8), 1445-1456. Recuperado de [https:// bit.ly/2EeeJmf](https://bit.ly/2EeeJmf).
- Knaus, W. (2009). Dairy cows trapped between performance demands and adaptability. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 89(7), 1107-1114. Recuperado de [https:// bit.ly / 2BHWtA5](https://bit.ly/2BHWtA5).
- Lammoglia Villagómez, M.Á., Ávila García, J., Alarcón Zapata, M.A., Cabrera Núñez, A., Gutiérrez Rodríguez, A. & Daniel Rentería, I. (2013). Rendimientos productivos y reproductivos de vacas lecheras en el primer cruzamiento rotativo en el altiplano del centro de México. *Veterinaria México*, 44(1), 17-22.
- Lasa, D. (2015). Comportamiento productivo y reproductivo de la población de bovinos Holando Argentino en las cuencas lecheras de la República Argentina. (Tesina). Facultad de Ciencias Veterinarias, UNCPBA. 46.

- Linn. (1988). Factors Affecting the Composition of Milk from Dairy Cows. National Academies Press (US). Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK218193/>
- MAGAP. (2016). La política agropecuaria ecuatoriana: hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025. I Parte. Quito, Ecuador. 20.
- Marini, P. y Di Masso, R. (2019). Edad al primer parto e indicadores de eficiencia en vacas lecheras con diferente potencialidad productividad en sistemas a pastoreo (en línea). La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. 29(1), 84-96. Consultado 17 ago. 2018. Recuperado de <http://doi.org/10.17163/lgr.n29.2019.07>.
- Marini, P., Castro, R., Frana, E. y Di Masso, R. (2016). Eficiencia biológica de biotipos lecheros de primera lactancia en sistemas a pastoreo. Revista Veterinaria. 26 (2), 136-142.
- Marini, P., Charmandarian, A. y Di Masso, R. (2007). Desempeño productivo y reproductivo de vacas de diferentes edades al primer parto en sistemas a pastoreo. Sitio Argentino de Producción Animal. APPA-ALPA-, 1-4. Consultado 29 jun. 2018. Recuperado de <http://www.produccionbibranedashanimal.com.ar/>.
- Ortiz, D., Camacho, J. y Echevarría, L. (2009b). Parámetros reproductivos del ganado vacuno en la cuenca lechera de Lima. Investigaciones Veterinarias del Perú. 196- 202.
- Ortiz, H. (2008). Evaluación reproductiva y productiva del hato lechero Holstein friesian de la Hacienda San Luis durante el periodo 2002 – 2006 (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Pieroni, G. (2014). Curso Producción Bovinos de Leche. Recría de vaquillonas en el tambo. Inf. téc. 6. Recuperado de <https://bit.ly/2SGzgZH>: Vetifarma.
- Quijano Bernal, J. y Montoya Serna, C. (2000). Comparación productiva de vacas Holstein y fl blanco orejiner (Bon x Holstein 1). producción y calidad de la leche (en línea). Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 15 p. Consultado 2 ene. 2018. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/36451/24138-84504-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rauw, W. M., Kanis, E., Noordhuizen-Stassen, E. N., & Grommers, F. J. (1998). Undesirable sideeffects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. Livest Prod Sci, 56 (1), 15-33. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(98\)00147-X](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(98)00147-X)
- Revelo, L. (2018). Evaluación de parámetros productivos y reproductivos de la cruce bovina Montbeliarde con Holstein en la hacienda El Prado, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica del Ejercito. Quito, Ecuador.

- Roca, A. (2012). Influencia de la raza sobre el rendimiento del ganado vacuno lechero. Centro de Investigaciones Agrarias Mabegondo (CIAM), Coruña. Rev. Albeitar, España, 154 (20).
- Roche, J., Kay, J., Friggens, N., Loor, J. y Berry, D. (2013). Assessing and managing body condition score for the prevention of metabolic disease in dairy cows (en línea) Veterinary Clinics: Food Animal Practice 29 (2), 323-336. Consultado 18 ene. 2019. Recuperado de <https://bit.ly/2GuI920>.
- Salazar-Carranza, M., Castillo-Badilla, G., Murillo-Herrera, J., Hueckmann-Voss, F. y Romero-Zúñiga, J. (2013). Edad al primer parto en vacas Holstein de lechería especializada en Costa Rica. Agronomía Mesoamericana. 24(2), 233-243.
- Solarte, C. y Zambrano, G. (2012). Characterization and genetic evaluation of Holstein cattle in Nariño, Colombia. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, ISSN-e 0120-0690. 25 (4), 539-547.
- Valencia, F. (2009). Estimación de los Valores Genéticos de la Hacienda San Marcos para la Implementación de un Programa de Inseminación Artificial (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Vallone, R., Camiletti, E., Exner, M., Mancuso, W. y Marini, P. (2016). Análisis productivo y reproductivo de vacas lecheras Holstein, Pardo Suizo y sus cruizas en un sistema a pastoreo. Revista veterinaria, 25 (1), 40-44.
- Vitullo, M., Sarramone, C. y Dick, A. (2016). Análisis de distintas variables productivas y reproductivas, en relación con la edad al parto en vaquillonas Holando argentino/Holstein) (en línea). 1-62. Consultado 10 nov. 2018. Recuperado de <http://www.ridaa.unicen.edu.ar/xmlui/handle/123456789/751>.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Reyes Silva, F. D., Chávez Cossío, J., Condo Plaza, L. A., & Marini, P. R. (2020). Asociación entre producción de leche y parámetros reproductivos en biotipos Holstein con diferente potencial productivo. *Ciencia Digital*, 4(3), 6-23.

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1273>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Desde la perspectiva Neuropsicológica: la lateralidad, fluidez verbal, y conciencia fonológica componentes fundamentales en el desarrollo del proceso lecto escritor



Importance of didactic and methodological strategies in reading comprehension, language and communication difficulties

Mónica Narciza López Pazmiño.¹, Sayda Cecilia Chamba Melo.² & Ana Elizabeth Zapata Montoya.³ & Gabriela Katherine Robles Portugal.⁴

Recibido: 08-04-2020 / Revisado: 11-05-2020 / Aceptado: 15-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1274>

The present study is projected in the knowledge of the importance of neurological factors: laterality, verbal fluency and phonological awareness, focusing on cognitive structures, metalinguistic ability and learning to read and write; vision that guides the integral development of children, from a constructivist approach and scientific knowledge that contribute to learning and understanding, components that benefit the reading-writing process. For the reasons indicated in the methodology, the non-experimental design was applied that relates the variables without direct control and intervention on any of them; while the descriptive method determined the causes, effects and consequences that harm the development of the reading-writing process; through correlational research, the relationship between variables was verified, while intentional non-probability sampling was used to diagnose laterality difficulties, verbal fluency and phonological awareness, the techniques and instruments applied were: the Neuropsychological Test laterality test proposed by (Martín Lobo, 2011), The test

¹ Mónica López Pazmiño. Universidad Tecnológica Indoamérica, Facultad de Ciencias Humanas, de la Educación y Desarrollo Social, Carrera de Educación Básica e Inicial. Ambato, Ecuador. monicalopez@uti.edu.ec

² Instituto Superior Pedagógico Intercultural Bilingüe Ab. Martha Bucaram de Roldós, Lago Agrio - Ecuador, schamba@institutos.gob.ec

³ Ana Elizabeth Zapata Montoya. Unidad Educativa Nueva Era, Ambato, Ecuador. anylez89@gmail.com

⁴ Pontificia Universidad Católica del Ecuador sede Ambato, Ambato, Ecuador. gaby-liz-20@hotmail.com

(adapted by Martín Lobo García-Castellón and Vallejo, 2011) from the Institute of Neuropsychology and Education was used; that can be applied from 4 years of age, consisting of four tests that measure the laterality of the eye, ear, foot and hand; subdivided into 10 subtests. The Neuropsychological Assessment Test of executive functions in boys and girls (Portellano, Martínez, & Zumárraga, 2009), the Neuropsychological Assessment of Executive Functions in Children (ENFN) instrument is grouped into four scales: fluency (phonological and semantic); path building (cognitive flexibility, ability to use strategies, inhibition, working memory, sustained and selective attention); rings (child's ability to decompose a problem, cognitive flexibility, abstraction capacity, working memory); interference (evaluation of inhibition); In the study, the test of verbal fluency and phonological awareness was used, numerical data and theoretical scientific information contributed to the determination of conclusions and results.

Keywords: Neuropsychology, laterality, verbal fluency, phonological awareness, development of the reading-writing process.

Resumen.

El presente estudio se proyecta en el conocimiento de la importancia de los factores neurológicos: lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica centrándose en las estructuras cognitivas, la habilidad metalingüística y el aprendizaje de lectoescritura; visión que orienta al desarrollo integral infantil, desde un enfoque constructivista y el conocimiento científico que contribuyen en el aprendizaje y la comprensión, componentes que benefician en el proceso lecto escritor. Por las razones indicadas en la metodología se aplicó el diseño no experimental que relaciona las variables sin un control e intervención directa sobre alguna de ellas; mientras el método descriptivo determinó las causas, efectos y consecuencias que perjudican en el desarrollo del proceso lecto escritor; mediante la investigación correlacional se comprobó la relación entre las variables, mientras el muestreo no probabilístico intencional fue utilizando para diagnosticar las dificultades lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica, las técnicas e instrumentos aplicados fueron: el Test de lateralidad de la Prueba Neuropsicológica propuesta por (Martín Lobo, 2011), Se utilizó el test (adaptado por Martín Lobo García-Castellón y Vallejo, 2011) del Instituto de Neuropsicología y Educación; que puede aplicarse a partir de los 4 años de edad, compuesto por cuatro pruebas que miden la lateralidad del ojo, oído, pie y mano; subdividiéndose en 10 subpruebas. El Test Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños y niñas (Portellano, Martínez, & Zumárraga, 2009), el instrumento Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños (ENFN) se agrupa en cuatro escalas: fluidez (fonológica y semántica); construcción de senderos (flexibilidad cognitiva, capacidad para emplear estrategias, inhibición, memoria de trabajo, atención sostenida y selectiva); anillas (aptitud del niño para descomponer un

problema, flexibilidad cognitiva, capacidad de abstracción, memoria de trabajo); interferencia (evaluación de la inhibición); en el estudio se utilizó la prueba de fluidez verbal y conciencia fonológica, los datos numéricos y la información teórica científica contribuyeron en la determinación de conclusiones y resultados.

Palabras claves: Neuropsicología, lateralidad, fluidez verbal, conciencia fonológica desarrollo del proceso lecto escritor.

Introducción.

El sistema educativo ecuatoriano plantea metodologías que tienen como finalidad perfeccionar la calidad educativa, por tal razón durante los últimos años ha incrementado innovaciones en las políticas educacionales, con sustento legal en la normativa emitida en la Constitución de la República del Ecuador en el 2008, que a través de la Ley Orgánica de Educación Intercultural 2011 y el Plan Nacional para el Buen Vivir 2009-2013 difunde la importancia de la educación en la obtención de conocimientos habilidades y valores; (Ministerio de Educación y Cultura del Ecuador, 2015) componentes que benefician en la formación de un individuo reflexivo, razonable, deliberado y crítico.

El sistema educativo en el área infantil fomenta una educación con equidad e inclusión, apoya la participación activa de la sociedad en el desarrollo integral durante la etapa escolar; lamentablemente, el insuficiente manejo de métodos, técnicas, estrategias, actividades lúdicas que perfeccionan la lateralidad ha perjudicado en el proceso de aprendizaje de lectura y escritura, generando dificultades en la lateralización espacial, confusión derecha izquierda.

En la realidad, en instituciones, centros, unidades y establecimientos educativos, el desinterés de docentes y autoridades en la estimulación de los factores neurológicos: lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica interviene en la decodificación, los conocimientos previos, el proceso de interacción entre la escritura y lectura y la habilidad para producir textos (Mendoza, 2018); factores que mediante la estimulación pedagógica y didáctica benefician en la adquisición de experiencias, exteriorización de pensamientos, comunicación de ideas, participación; conllevando al desarrollo cognoscitivo, la percepción, discriminación, atención y concentración (Rivas, 2015).

En los Centros Educativos Infantiles la formación, capacitación y actualización de personal docente es un componente que beneficia en el desarrollo de competencias, habilidades motrices, coordinación y equilibrio. De acuerdo con (Ramírez, 2015) las competencias básicas desarrolladas por lateralidad incluyen la lingüística, el conocimiento e interacción con el entorno, la autonomía e iniciativa, por lo expuesto, es trascendental mejorar la lateralización, expresión verbal y conciencia fonológica; propuesta educativa que permite detectar, prevenir y solucionar posibles trastornos por baja autoestima, inseguridad y desmotivación.

Las dificultades de mayor constituyen el fracaso escolar, las dificultades de aprendizaje, la inteligencia inferior a la media, carente motivación, déficit sensorial y problema en los aprendizajes de lectura escritura o cálculo (Bonilla, 2018) desde esta representación la

limitada estimulación de lateralidad genera conflictos en el aprendizaje durante la formación en los niveles pre escolar, primaria y en ocasiones secundaria.

El desinterés de los docentes en el desarrollo de la conciencia fonológica infantil no favorece en el establecimiento de relaciones entre fonemas y grafemas aumentando las barreras en el descubrimiento de los sonidos dentro de las palabras, el desarrollo del lenguaje (nivel comprensivo y expresivo) (Solis, 2016); desde este punto de vista un aprendizaje equilibrado conlleva al desarrollo de habilidades lingüísticas los procesos cognitivos, la percepción visual y el aprendizaje de lectoescritura.

Desde la perspectiva Neuropsicológica, la insuficiente realización de actividades dentro y fuera del ambiente escolar repercute en la lateralidad, fluidez verbal, y conciencia fonológica; es decir, la insuficiente estimulación a la fluidez verbal afecta en el lenguaje, la organización del discurso, el respeto en la conversación, exposición, intuición, comunicación y conducta emocional.

Cabe resaltar que en innumerables instituciones educativas que funcionan mediante el cumplimiento principios, y reglamentos determinados en los artículos establecidos en la Constitución Política de la República del Ecuador en el año 2008 (Constitución Política de la República del Ecuador, 2008) Capítulo II. Derechos del Buen Vivir. Sección Quinta. Educación: Artículo 26: la educación es un derecho de las personas durante su vida y un deber ineludible e inexcusable del Estado, se constituye en un área prioritaria en la política pública e inversión estatal al proyectarse en la igualdad e inclusión social; condición necesaria para el buen vivir; desde esta perspectiva, las familias y sociedad tienen el derecho y la responsabilidad de participar en el proceso educativo.

El (Ministerio de Educación, 2018) Título II. De los derechos y obligaciones. Artículo 228. Son necesidades educativas especiales no asociadas a la discapacidad: 1. Dificultades específicas de aprendizaje: dislexia, discalculia, disgrafía, disortografía, disfasia, trastornos por déficit de atención e hiperactividad, trastornos del comportamiento. 2. Situaciones de vulnerabilidad: enfermedades catastróficas, movilidad humana, menores infractores, víctimas de violencia, adicciones y otras situaciones excepcionales previstas en el presente reglamento.

Son necesidades educativas especiales asociadas a la discapacidad; 1. Discapacidad intelectual, física-motriz, auditiva, visual o mental; discapacidad intelectual, física-motriz, auditiva, visual o mental; 2. Multi - discapacidades; y, 3. Trastornos del desarrollo (Autismo, síndrome de Asperger, entre otros). (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2017).

Con el fin de analizar las cuestiones expuestas se efectúa una evaluación a grupo de educandos de segundo ciclo, con el fin de determinar las capacidades que poseen en relación a lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica se plantea la interrogantes: ¿existe un programa neuropsicológico que establezca una relación significativa entre la lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica?; objetivos formulados fueron: estudiar la existencia de una relación significativa entre las funciones neurológicas, identificar la relación existente entre la lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica, desde la perspectiva Neuropsicológica analizar la lateralidad, fluidez verbal, y conciencia fonológica como componentes fundamentales en el desarrollo del proceso lecto escritor.

Desde la perspectiva neuropsicológica, el desarrollo del individuo inicia con el nacimiento y finaliza cuando muere; es un proceso multidimensional y multidireccional determinado por los factores: biológicos psicológicos, sociales, axiológicos que benefician en el desarrollo infantil (Vivas, Moreno, & Amira, 2018); de esta manera promueve la interpretación y comprensión del mundo para llegar a interactuar en los diferentes contextos.

Diversas teorías se centran en el estudio de procesos y estructuras del pensamiento y comprensión del ser humano en su contexto incluyen actitudes, conocimientos (Vaucheret, y otros, 2017); en el aspecto biológico los infantes son agentes activos del aprendizaje, fortalecen la memoria, el razonamiento, el pensamiento, la creatividad e inteligencia a través de estrategias pedagógicas encaminadas a la comunicación neuronal.

Desde la perspectiva anterior la psicología y neurología conocen el funcionamiento del cerebro, de esta manera contribuyen en la enseñanza y aprendizaje al estimular emular los canales neuronales para alcanzar la apropiación del conocimiento (Castro J. , 2018); la neuropsicología, al ser una rama del campo de las neurociencias, se encarga de crear una relación entre los procesos mentales, conductuales y el cerebro (Tirapu & Luna, 2008); impulsa el desarrollo de las ciencias cognitivas que integran la psicología cognitiva, inteligencia artificial y lingüísticas.

En el siguiente apartado se efectúa un análisis teórico científico, sustentado en estudios efectuados por diferentes autores sobre la existencia de una relación significativa entre las funciones neurológicas incluyendo la lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica, finalmente se establece relación neuropsicológica.

La lateralidad, es un término referente a la utilización de un lado del cuerpo más que el otro dependiendo de factores hereditarios como de posibles precisiones educativas; sobresale la dominancia o predilección en el lado derecho o izquierdo, función que cumple de acuerdo al hemisferio cerebral (Saldarriaga, 2015); es decir, se relaciona con las funciones de los hemisferios, implica que el cerebro defina una dominancia en la ubicación espacial en concordancia con la función sensorial, socio emocional, cognitiva y motora.

La conciencia fonológica es una capacidad de reflexión sobre el lenguaje, se desarrolla durante los primeros años de vida a través de la aplicación de fonemas (2019); su estimulación beneficia en la adquisición del lenguaje oral y el dominio de procesos de reflexión; los niveles de dificultad incrementa según la unidad lingüística, el objeto rete reflexión y manipulación por parte del educando.

La educación infantil, primer nivel educativo por su importancia y significatividad, contribuye en la formación infantil al influir en el comportamiento humano, siendo el lenguaje el vínculo que transmite el pensamiento y estimula la comunicación (Atalaya, 2019); por las razones expuestas, los maestros deben estar preparados y capacitados de forma teórica y práctica con el fin de aplicar estrategias metodológicas que resulten eficientes al proceso de enseñanza-aprendizaje.

La fluidez verbal se relaciona con la semántica, el rendimiento y tareas cognitivas (memoria de trabajo y atención a nivel educativo); desde la evaluación neuropsicológica beneficia en el proceso comunicativo, el intercambio, la apropiación y difusión de significados (Guevara & Merino, 2018); de esta forma apoya en la expresión de pensamientos, sentimientos y

comprensión de los códigos de lenguaje, a priori aporta en el reconocimiento y decodificación de palabras.

Analizando desde aspectos neurológicos, los seres humanos se comunican en forma continua a través de distintos tipos de lenguaje, como el lenguaje oral que beneficia en el habla y comunicación, de manera fluida permite la transmisión de significados con facilidad por esta razón la fluidez verbal es la capacidad de establecer un diálogo de manera clara precisa y espontánea (Pacuruco, Salamea, & Guzman, 2019); establece conexiones entre frases ideas y pensamientos de forma natural, mientras el discurso fluido permite transmitir informaciones evitando pausas y rupturas de ritmo y tono que podrían afectar a la comprensión.

Los trastornos de la fluidez del habla según (Serra, 2014) incluye la tartamudez neurogénica que parte de una lesión cerebral; presenta como característica principal que el individuo no exterioriza ansiedad al tartamudear, admite la existencia de un factor disfuncional en el sistema nervioso central. Tartamudez psicógena se origina en la edad adulta sin causa neurológica y escasa repercusión emocional.

El impulso del desarrollo de la conciencia fonológica es prioridad del período alfabético incluye el conocimiento de los fonemas, las operaciones mentales, el desarrollo de potencialidades y procesos cognitivos; (Gutiérrez & Molina, 2017); además apoya en la asociación e identificación de componentes de la escritura del lenguaje oral y escrito, establece la interacción entre la pronunciación, la habilidad metalingüística, el aprendizaje de lectura, la segmentación de palabras y decodificación en el proceso de enseñar a leer (González, Cuetos, Vilar, & Uceira, 2015); componentes que conllevan a la madurez psicolingüística (producción y comprensión del lenguaje) y experiencia alfabética (habilidades y destrezas para el aprendizaje de la lectura inicial).

Para establecer la relación entre lateralidad, fluidez y conciencia fonológica, se determina: Durante el ciclo educativo infantil la utilización de diferentes metodologías tienen como fin contribuir en el desarrollo integral del educando, desde este punto de vista, el establecimiento de la lateralidad definida facilita el dominio del esquema corporal, la orientación espacial, dominancia ocular motora y sensorial (McBride, 2015); la fluidez verbal estimula la memoria de trabajo, la atención sostenida, activa las funciones ejecutivas y recuperación de palabras a partir de asociaciones semánticas, al ser desarrollada en una perspectiva holística y analítica establece semejanzas entre fonemas (Liping, Xinchun, Yahua, & Phuong, 2019).

Según lo expuesto la lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica son componentes esenciales que aportan en el proceso de lectoescritura, el aprendizaje de decodificación de letras y palabras; contribuye en la comprensión lectora, los procesos de enseñanza-aprendizaje y el desarrollo de habilidades, capacidades y potencialidades.

Metodología.

La investigación plantea el problema ¿existe una relación entre la lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica?; por esta razón, para dar respuesta a la interrogante planteada se elige una muestra de 38 estudiantes del segundo ciclo, nivel de básica primaria (20 educandos del paralelo B y 18 del A); se evidencia en el informe de calificaciones

dificultades en el rendimiento académico en el área de Lengua y Literatura, las edades de la muestra incluye 8 y 10 años se acoge al criterio de los investigadores (Padilla, Lam, Millones, Bosa, & López, 2016), mencionan: partir de los 6 años los niños y niñas adquieren la lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica, lo que favorece en el proceso lecto escritor.

La muestra será evaluada con tres pruebas que medirán el estado del estudiante en cuanto a lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica; por lo tanto, las condiciones promueven la realización de un análisis concreto que beneficia en la determinación de las conclusiones sobre el problema. En la realización del presente estudio se utilizó el diseño no experimental, descriptivo, transversal de tipo correlacional junto con la investigación acción; elección efectuada al no existir manipulación experimental de variables, sobresale la descripción de las características que poseen los sujetos; además, en el momento y tiempo se analiza la posible relación causal existente entre las mismas.

El estudio se efectuó en la Unidad Educativa, ubicada en la provincia de Tungurahua del cantón Ambato, parroquia La Merced; barrio: Ingahurco, en las calles Puerto Rico y Venezuela; de sometimiento particular. En la sección matutina recibe estudiantes de nivel sociocultural medio con padres en nivel académico medio; la muestra seleccionada incluye 38 estudiantes del segundo ciclo, nivel de básica primaria; se clasifican en 18 escolares de 2do “A” incluye 6 niñas y 12 niños con un porcentaje equivalente al 47%; 20 estudiantes de 2do “B” conformados en 10 niñas y 10 niños en edades comprendidas de 6 a 7 años con el porcentaje concerniente al 53%. Se empleó el procedimiento de muestreo no probabilístico intencional considerando que la elección de la muestra no fue tomada al azar, tampoco se realiza de forma aleatoria; es decir de manera intencionada se eligen los sujetos que conforman la muestra, como principal criterio se utilizó la selección para diagnosticar las dificultades lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica.

La distribución de los sujetos en la muestra se efectuó en función del género, como se observa en la tabla 1.

Tabla 1: Frecuencia y porcentaje de sujetos clasificados pro género

Institución	Año de básica	Objeto de estudio		Sub-total	Porcentaje
		Niñas	Niños		
Unidad Educativa	Segundo “A”	6	12	18	47%
	Segundo “B”	10	10	20	53%
Total:				38	100%

Fuente: Elaboración propia.

En las variables medidas e instrumentos aplicados se analizó las variables lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica; los instrumentos de recolección de información fueron los siguientes: Test de lateralidad de la Prueba Neuropsicológica propuesta por (Martín Lobo, 2011). Lateralidad: para medir se utilizó el test de lateralidad de la prueba neuropsicológica, que permitió determinar la dominancia visual, auditiva y manual; de esta forma se estableció el tipo de lateralidad de cada sujeto de la muestra, clasificándose en función si presentan lateralidad definida o no. Tiene como objeto determinar la dominancia lateral visual,

auditiva, manual y podal a través de la ejercitación de acciones sobre las modalidades expuestas (Martín Lobo, 2003). La prueba se compone de diez ítems relacionados con cada denominación de lateralidad (visión, audición, mano y pie). El Test Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños y niñas (Portellano, Martínez, & Zumárraga, 2009) se constituye en la primera batería adaptada al castellano, beneficia en la evaluación global de las funciones ejecutivas en poblaciones infantiles, incluye diversas funciones como memoria operativa, flexibilidad mental, atención sostenida, resistencia a la inferencia, autorregulación y capacidad de ajuste de normas los resultados obtenidos permiten la realización de adaptaciones curriculares o programas de refuerzo cognitivo en escolares normales que presentan dificultades en fluidez verbal y conciencia fonológica (Portellano, Martínez, & Zumárraga, 2009).

Test Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños y niñas (Portellano, Martínez, & Zumárraga, 2009), en la evaluación de fluidez verbal y conciencia fonológica se utilizó la batería neuropsicológica infantil propuesta por (Portellano, Martínez, & Zumárraga, 2009), test que permitió determinar el grado de madurez neuropsicológica en los dominios cognitivos de memoria, lenguaje, viso percepción, funcionamiento ejecutivo, ritmo y lateralidad aplicado de forma individual a niños entre 6 y 12 años con una duración de 20 minutos aproximadamente; la batería se encuentra integrada de 12 pruebas agrupadas en seis secciones.

La aplicación del Test Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños y niñas propuesto por (Portellano, Martínez, & Zumárraga, 2009) , se efectuó de manera individual, empleándose un tiempo estimado de 20 minutos; en la verificación se manejó un registro de observación. La prueba contiene seis Sub-pruebas: Sub-prueba 1: sonidos finales de las palabras. Sub-prueba 2: sonidos iniciales de las palabras. Sub-prueba 3: presentación silábica de las palabras. Sub-prueba 4: inversión de las sílabas de las palabras. Sub-prueba5: sonido de las letras. Sub-prueba6: síntesis fonética de las palabras, finalmente se presenta la síntesis de puntajes y su totalidad

Para aplicar las pruebas se inició con una entrevista con los directivos de la institución, previo al permiso aceptado; además, se socializó los instrumentos con las docentes tutoras de los estudiantes de segundo ciclo, nivel básico primario. Posteriormente, en la reunión de padres de familia en referencia al trabajo realizado y participación de los niños y niñas, se entregó un documento de aceptación que consta con la firma de autorización. La semana siguiente se socializó de forma general con los estudiantes las pruebas en las que participarían (¿en qué consistía? y ¿por qué se aplica?). Se estableció un acuerdo con las maestras de los grupos seleccionados sobre la hora de la jornada de clases para aplicar la prueba.

Para recoger los datos se evaluó a los participantes (38 estudiantes) de forma individual durante 3 sesiones, el lugar asignado fue la oficina del DECE (Departamento de Consejería Estudiantil) que posee el mobiliario necesario, privacidad, libre de distractores, buena ventilación e iluminación, lugar apropiado que benefició en la aplicación de test de fluidez verbal y conciencia fonológica; mientras la prueba de lateralidad se efectuó en el patio institucional. En el análisis de datos se describió la información obtenida mediante la utilización del Test de lateralidad de la Prueba Neuropsicológica propuesta por (Martín Lobo, 2011) y el Test Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños y

niñas (Portellano, Martínez, & Zumárraga, 2009), instrumentos aplicados a 38 estudiantes de segundo ciclo, paralelos A y B; los datos fueron recogidos, organizados, resumidos y analizados. La aplicación del test de lateralidad de la Prueba Neuropsicológica, promovió la elaboración de un registro de observación, que permitió determinar el lado dominante: visión, audición, lateralidad manual y pédica. La evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas fue en forma individual en niños y niñas entre las edades de 6 y 12 años; agrupada en seis sub-pruebas que incluyen las escalas fluidez (fonológica y semántica).

Resultados. Test de lateralidad. Prueba Neuropsicológica (Martín Lobo, 2011)

Tabla 2: Test de lateralidad de la Prueba Neuropsicológica (Martín Lobo, 2011)

Partes	Derecho	Izquierdo	Total	%D	%I	Total por
ojo	27	11	38	71%	29%	100%
ojo	29	9	38	76%	24%	100%
mano	30	8	38	79%	21%	100%
pie	28	10	38	74%	26%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Según las pruebas Neuropsicológicas de Martín Lobo (2011), las apreciaciones obtenidas, muestran que de 38 estudiantes el 79% presentan una dominancia de lateralidad de la mano derecha definida, el 21% de estudiantes exterioriza una dominancia de lateralidad en la mano izquierda. Además, el 79% tiene dominancia de lateralidad en el oído derecho, el 24% de los estudiantes presentan su dominancia y de lateralidad auditiva en el lado izquierdo. Por otra parte, de los 38 estudiantes que fueron aplicados la pruebas el 74% tienen una dominancia del pie derecho y el 26% del izquierdo; mientras el 71% presentan su dominancia en el ojo derecho y el 29% exhiben la dominancia visual en la parte izquierda.

Resultados concurrentes con lo esperado en la edad y el nivel educativo; al tratarse de un momento evolutivo en el cual la lateralidad debe estar definida, siendo necesario mencionar que algunos estudiantes con lateralidad cruzada deben someterse a una evaluación con mayor profundidad por el especialista, con el propósito de descartar dificultades visuales o auditivas principalmente en el caso de los cruces que implican el ojo o el oído. En el Test Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños y niñas (Portellano, Martínez, & Zumárraga, 2009), la estadística descriptiva a través de los resultados obtenidos por 38 estudiantes de la muestra en las pruebas administradas relacionadas con la fluidez verbal y conciencia fonológica

Las puntuaciones obtenidas influyen los sonidos finales, sonidos iniciales segmentación silábica, inversión de las sílabas, sonido de las letras síntesis fonémica; obteniendo como resultado que, la mayor parte de educandos presenta dificultades inversión de sílabas. Para interpretar los resultados se recurre a la escala de valoración conforme a los criterios puntuación de (Portellano, Martínez, & Zumárraga, 2009): Puntuación 1, 2: nivel muy bajo.

Puntuación 3: nivel bajo. Puntuación 4: nivel medio-bajo. Puntuaciones 5, 6: nivel medio.

Puntuación 7: nivel medio-alto. Puntuación 8: nivel alto. Puntuaciones 9:10: nivel muy alto

Tabla 3: Resultados Descriptivos Globales

Subpruebas							
N. Orden	Sonidos finales	Sonidos iniciales	Segmentación silábica	Inversión de las sílabas	Sonidos de las letras	Síntesis fonémica	Totales
1	5	4	4	2	6	3	24
2	8	7	6	4	6	6	37
3	7	7	6	3	7	6	36
4	8	5	4	3	6	2	28
5	7	6	4	2	6	5	30
6	7	6	4	2	6	4	29
7	8	6	4	2	6	6	32
8	8	6	5	3	6	6	34
9	7	6	5	3	7	6	34
10	8	8	5	4	7	7	39
11	8	8	5	5	8	7	41
12	8	7	5	3	8	6	37
13	8	7	5	3	7	6	36
14	8	7	5	3	6	5	34
15	8	8	6	4	8	7	41
16	8	8	6	5	8	7	42
17	8	8	6	4	8	7	41
18	5	6	3	1	6	1	22
19	8	6	4	4	7	7	36
20	5	4	4	2	6	3	24
21	8	8	6	2	8	6	38
22	8	8	6	6	8	8	44
23	8	7	4	3	7	6	35
24	5	5	4	3	7	6	30
25	7	6	4	1	6	8	32
26	7	6	4	3	8	7	35
27	5	6	4	2	6	3	26
28	8	8	4	3	8	7	38
29	8	7	4	2	8	7	36
30	7	7	4	3	6	5	32
31	7	7	4	4	8	6	36
32	8	5	5	5	8	6	37
33	8	6	5	2	6	5	32
34	8	8	5	4	7	6	38
35	8	8	5	3	8	7	39
36	8	7	5	2	8	5	35
37	8	7	5	4	8	7	39
38	6	6	6	3	8	5	34
							1313

Fuente: Elaboración propia.

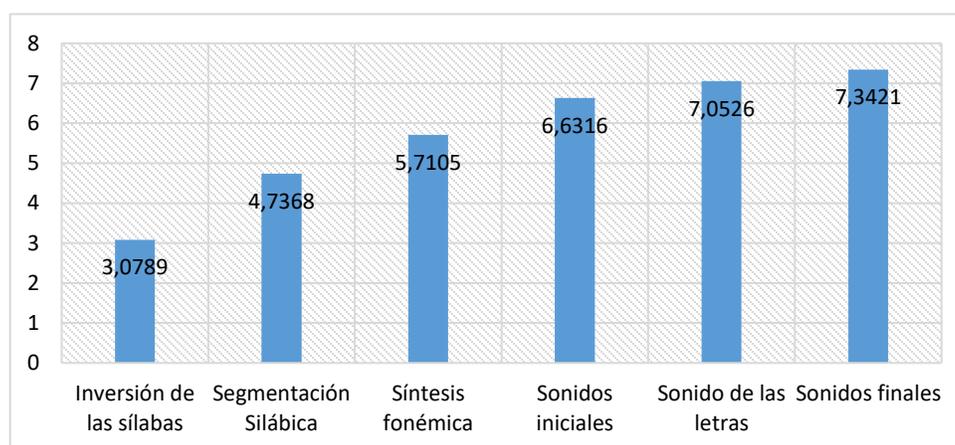
Con la aclaración respectiva se observa en la tabla 4 y figura 2 que las puntuaciones obtenidas por los estudiantes de la muestra se ubican entre los decatipos 1 y 8; es decir en un nivel entre muy bajo se ubican los sujetos: 6, 18, 20 y 27. Los sujetos de mayor puntuación son los sujetos 11, 15, 16, 17 y 22.

Tabla 4: Estadísticos Descriptivos Globales

	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Error típico	Desv. típ.	Varianza
Inversión de las sílabas	38	5	1	6	3,079	0,18237	1,12422	1,264
Segmentación Silábica	38	3	3	6	4,737	0,13432	0,82803	0,686
Síntesis fonémica	38	7	1	8	5,711	0,25831	1,59234	2,536
Sonidos iniciales	38	4	4	8	6,632	0,18253	1,12517	1,266
Sonido de las letras	38	2	6	8	7,053	0,14582	0,89887	0,808
Sonidos finales	38	3	5	8	7,342	0,16983	1,04691	1,096
N válido (según lista)	38							

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1: Gráfico de Medias en las pruebas. Resultados Descriptivos Globales



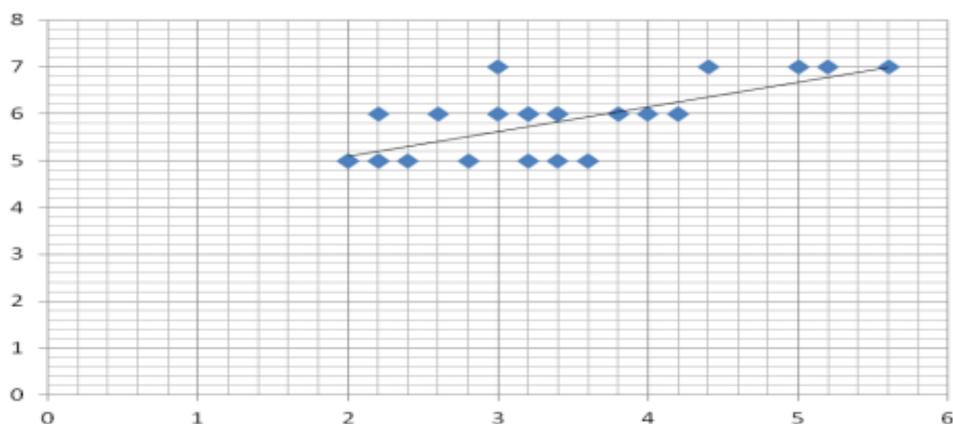
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados descriptivos de la media y desviación típica de la prueba de fluidez verbal y conciencia fonológica que incluye: los sonidos finales, sonidos

iniciales, segmentación silábica, inversión de las sílabas, sonido de las letras y síntesis fonémica; así como los valores mínimo y máximo.

Según la estadística correlacional, uno de los objetivos del presente trabajo fue determinar la existencia de una relación entre las variables de estudio, para establecer y comprobar la relación existente se efectúa un análisis correlacional. Se aplica la correlación de Pearson teniendo un valor que varía en el intervalo de $[-1,+1]$ menos uno más uno; el grado de correlación obtenido entre las variables es $r= 0,70$; por tanto se afirma que hay una correlación positiva alta.

Figura 3: Gráfico de correlación



Fuente: Elaboración propia.

Para resumir, los resultados presentan que los sujetos de la muestra diagnosticados con dificultades en fluidez verbal y conciencia fonológica tienen un nivel medio bajo en el reconocimiento de sonidos finales, sonidos iniciales segmentación silábica, inversión de sílabas, sonido de letras y síntesis fonémica.

Esto implica la necesidad de establecer una propuesta de intervención neuropsicológica que favorezca en el trabajo a efectuarse con los niños que presentan las dificultades en fluidez verbal y conciencia fonológica.

Discusión.

A través de esta investigación se logró encontrar una vinculación significativa entre la lateralidad, fluencia verbal y la conciencia fonológica poniendo en evidencia que la muestra valorada existe; es probable que los infantes presenten dificultades de lateralidad cruzada o no definida afectando en el proceso de lecto escritura (Montealegre, 2016).

Por lo expuesto, se considera trascendental mencionar: la neuropsicología se encuentra presente en el ámbito escolar y educativo al ser aplicado en la evaluación el diagnóstico y aplicación de programas de intervención incluye la memoria visual y auditiva como componentes que benefician en la comprensión lectora (Martín & Rodríguez, 2015) destaca que los avances en el campo de la neurociencia ha incrementado su relevancia en el sistema educativo lo que ha favorecido en la comprensión y las emociones (pág. 3).

Lamentablemente su escasa aplicación perjudica en la comunicación oral, el entendimiento, conocimiento y el proceso enseñanza-aprendizaje.

Posteriormente, de haber realizado un análisis de los estudiantes el cual fueron planteados por diferentes investigadores; además se puede destacar el, proceso de lateralidad en el aprendizaje tomando como punto de partida el objetivo principal de la investigación que procura conocer la lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica para el buen desarrollo del proceso lecto escritura. Por lo expuesto se evidencia una relación parcial entre la variable lateralidad, fluencia verbal y conciencia fonológica.

En consecuencia a la investigación se ha logrado verificar la importancia de conocer sobre lo planteado en el trabajo ya que los estudiantes con lateralidad definida presentan mayor eficiencia en el proceso de lectoescritura (Martin Lobo, 2003), de igual forma, emplean menos tiempo en la realización de las actividades y cometen menor número de errores, mientras que los estudiantes con lateralidad cruzada tardaron más tiempo para realizar los diferentes test aplicados así como un mayor número de errores los cuales determinaron que todo que si existe relación entre las funciones Neuropsicológicas con la lateralidad. La fluidez verbal y la conciencia fonética con algunas dificultades de aprendizaje de aprendizaje relacionadas con la lectura y escritura.

El objetivo propuesto en el trabajo fue investigar y estudiar la importancia de la lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica en los niños y niñas de segundo grado de educación primaria, su interés sobresale en disminuir las dificultades en el reconocimiento de sonidos finales, sonidos iniciales, la segmentación silábica, inversión de las sílabas, los sonidos de las letras y la síntesis fonética, con el propósito de disminuir los errores en pronunciación, vocalización y decodificación.

Resultado que se encuentra relacionado con los estudios de (Prieto, Delgado, Perea, García, & Ladera, 2018) quienes sostienen que los niños y niñas presentan un grado que de conciencia en las unidades fonológicas de lenguaje antes de saber leer principalmente en unidades silábicas; mientras (Pérez, 2008) sostiene que la fluidez verbal y conciencia fonológica influyen en el estatus cognitivo, el acceso al léxico, la búsqueda de palabras, la atención focalizada y los procesos de inhibición.

Por otro lado (Lozano & Ostrosky, 2006) afirman que la fluidez verbal y conciencia fonológica son importantes para planificar las ideas, componentes que benefician el rendimiento académico; (Lozano, y otros) mencionan que los niños y niñas al tener un bajo nivel de fluidez verbal adquieren limitaciones en la comunicación y segmentación de ideas; sustituyen sílabas o fonemas en palabras; es decir perjudica en el lenguaje oral.

Conclusiones.

- El trabajo fin de máster pretendió efectuar un recorrido por aspectos neuropsicológicos que caracterizan la lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica, por ésta razón se ha realizado un análisis de las variables de estudio con una muestra de 38 sujetos de 7 a 11 años, entre ellos niñas y niños; de esta forma se pretende observar las dificultades

- El principal objetivo fue diseñar una propuesta de intervención neuropsicológica para trabajar y desarrollar la fluidez verbal y conciencia fonológica en el ambiente educativo tomando como base los resultados obtenidos y relacionados con los contenidos curriculares.
- Se analiza que un menor porcentaje de estudiantes presentan un bajo dominio en las habilidades de correspondencia entre fonemas, lo que afecta en el desarrollo lingüístico, la expresividad, las destrezas comunicativas. Es decir, en el estudio presentado existe una correlación entre fluidez verbal y la conciencia fonológica.
- La conciencia fonológica se ha constituido en una labor trascendental dentro del ámbito educativo, se constituye en el factor fundamental en el proceso de lectura y escritura; desde este punto de vista la detección de dificultades de aprendizaje se relaciona con la lateralidad, fluidez verbal y conciencia fonológica, elementos que influyen en el lenguaje oral y la expresión de emociones o pensamientos.

Referencias bibliográficas.

- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica*. Caracas: Episteme.
- Atalaya, S. (2019). *La conciencia fonológica en los niños de cinco años del nivel inicial, distrito de San Martín de Porres - Lima, 2018*. Lima, Perú: Universidad César Vallejo. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/30767/Atalaya_CS.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bonilla, A. (2018). *El Método Doman en el desarrollo de la destreza lectora en los niños y niñas del Nivel Inicial*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27832/1/1803259793%20Amparito%20Anabel%20Bonilla%20Reyes.pdf>
- Carranza, A., Asmat, F., & Leiva, Y. (2019). *Conciencia fonológica y rendimiento escolar en estudiantes de educación inicial Trujillo-2018*. Trujillo, España: Universidad Católica Trujillo.
- Castro, J. (2018). Rol de la lingüística en el estudio de los trastornos del lenguaje. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 5(2), 7. Obtenido de <http://revistas.unfv.edu.pe/index.php/RCV/article/view/210/205>
- Constitución Política de la República del Ecuador. (2008). *Decreto Legislativo. Registro Oficial 449 del 20 de octubre del 2008. Última modificación 21 de diciembre del 2015. Estado Vigente Actual*. Quito, Ecuador: Constitución Política de la República del Ecuador.
- González, R., Cuetos, F., Vilar, J., & Uceira, E. (2015). Efectos de la intervención en conciencia fonológica y velocidad de denominación sobre el aprendizaje de la escritura. *Aula Abierta. ELSEVIER*, 43(1), 8.
- Guevara, E., & Merino, C. (2018). Relación Entre la Fluidez Verbal Escrita y el Rendimiento Académico Escolar. *Revista Chilena Neuropsicológica*, 13(2), 4.

- Gutiérrez, R., & Molina, M. (2017). ¿Qué saben los futuros docentes sobre el proceso inicial del aprendizaje del lenguaje escrito?. *Universidad de Alicante. Departamento de Psicología Evolutiva y Didáctica*.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2017). *Educación Especial*. Quito, Ecuador : Instituto Nacional de Evaluación Educativa. Obtenido de <http://www.evaluacion.gob.ec/evaluaciones/wp-content/uploads/2017/07/Ed-especial.pdf>
- Liping, L., Xinchun, W., Yahua, C., & Phuong, T. (22 de November de 2019). The relationship of character reading and spelling: A longitudinal study in Chines. *Journal of Research in Reading*, 42, 18.
- Lozano, A., & Ostrosky, F. (2006). Efecto de la edad y la escolaridad en la fluidez verbal semántica: Datos normativos en población hispanohablante. *Revista Mexicana de Psicología*, 23(1), 7.
- Lozano, N., Ruival, P., Riva, S., Mancilla, M., Alvarez, L., Dhers, A., & Rodriguez, M. (s.f.). Evaluación de las Funciones Ejecutivas de niños entre 6 y 12 años: Normalización de la Batería Neuropsicológica ENFEN en la zona sur de la Provincia de Buenos Aires. *Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ)*, 22(2), 49, 71.
- Martín Lobo, M. .. (2011). *Lateralidad y rendimiento escolar*. Madrid, España: Universidad Internacional La Rioja, UNIR.
- Martin Lobo, M. (2003). La lectura: Prcesos neorosicologicos del aprendizaje, dificultades, programas de intervencion y estudios de caso. *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=190878>
- Martín, P., & Rodríguez, A. (Diciembre de 2015). Capítulo 1. La intervención desde la base neuropsicológica y metodologías que favorecen el rendimiento escolar. *Ministerio de Educación de España. Universidad Internacional de La Rioja*, 29. Obtenido de <file:///C:/Users/PC-146/Downloads/Intervencionbaseneuropsicologica.pdf>
- McBride, C. (2015). *Children's literacy development: A cross-cultural perspective on learning to read and write* (2nd Edition ed.). Reino Unido, London: Behavioral Sciences, Education.
- Mendoza, S. d. (2018). *Desarrollo de al motricidad*. Mendoza, Argentina: Dirección General de Escuelas. Obtenido de <http://www.ief9-016.edu.ar/wp-content/uploads/2018/04/desarrollo-de-la-motricidad.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Social. (2016). *Educación, síntesis de resultados* . Quito, Ecuador: Ministerio de Desarrollo Social, Subsecretaría de Evaluación Social 29 de diciembre de 2016. Obtenido de http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/docs/CASEN_2015_Resultados_educacion.pdf
- Ministerio de Educación. (2012). *Lenguaje y Comunicación*. Santiago de Chile, Chile: https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-18871_programa.pdf.
- Ministerio de Educación. (Junio de 2018). Guía metodológica para la construcción participativa del proyecto educativo institucional. (D. N. Pedagógico, Ed.) *Subsecretaría para la innovación educativa y el buen vivir*, 6, 33. Obtenido de

- https://edumax.ec/wp-content/uploads/2018/06/actualizacion_de_la_gua_metodologica_para_la_construccion_participativa_del_pei.pdf
- Ministerio de Educación. (2 de Agosto de 2018). Reglamento General a la Ley Orgánica de la Educación Intercultural. Registro Oficial N° 299. *LEXIS*, 40.
- Ministerio de Educación y Cultura del Ecuador. (2015). *Hacia el Plan Decenal de Educación del Ecuador 2006-2015 Primera versión resumida*. Quito, Ecuador: Consejo Nacional de Educación. Obtenido de file:///C:/Users/PC-146/Downloads/Plan_Decenal.pdf
- Montealegre, R. (2016). DESARROLLO DE LA LECTOESCRITURA: ADQUISICIÓN Y DOMINIO1. *Acta colombiana de Psicología*, 9(1), 25-40. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/798/79890103.pdf>
- Nieto, A., Galtier, I., Barroso, J., & Espinosa, G. (2013). Fluidez verbal fonológica y semántica en niños con Trastorno por déficit de atención e hiperactividad. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 5(3), 7-15. Obtenido de Fluencia verbal en niños españoles en edad escolar: estudio normativo piloto y análisis de las estrategias organizativas
- Pacuruco, A., Salamea, D., & Guzman, L. M. (2019). *Desempeño lector y funciones ejecutivas en niños de séptimo de básica con buen rendimiento académico de la Unidad Educativa “La Asunción” y “Fe y Alegría”*. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay. Obtenido de <http://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8655/1/14317.pdf>
- Padilla, L., Lam, S., Millones, E., Bosa, J., & López, J. (2016). *dominancia lateral en estudiantes de primaria de institución educativa nacional nuevo Chimbote 2015*. Chimbote, Perú: Universidad de San Pedro.
- Pérez, E. (2008). *Desarrollo de los procesos atencionales*. Madrid, España: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <https://eprints.ucm.es/8447/1/T30734.pdf>
- Portellano, J., Martínez, R., & Zumárraga, L. (2009). Evaluación neuropsicológica de las funciones ejecutivas en niños-entrevista. *Universidad Complutense de Madrid*, 6.
- Prieto, G., Delgado, A., Perea, M., García, R., & Ladera, V. (2018). Comparación de Dos Sistemas de Puntuación de la Fluidez Verbal Mediante el Modelo de Escalas de Calificación. *Actualidades en Psicología*, 32(124), 9.
- Ramírez, R. (2015). *Evaluación de la lateralidad mediante el test de Harris en niños de 3 y 6 años*. Madrid, España: Universidad de Valladolid. Escuela Universitaria de Educación de Soria. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/13440/TFG-O%20540.pdf;jsessionid=18D0EAEA0A6CE232E7DBC25237B09E84?sequence=1>
- Saldarriaga, P. (2015). *Definición de la lateralidad movimientos sacádicos y rendimiento escolar en lengua castellana*. Madrid, España: Universidad Internacional de La Rioja. Master Universitario en Neuropsicología y Educación. Obtenido de

- <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/4733/SALDARRIAGA%20TAMAYO%2C%20PAULA%20ANDREA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, N. (2017). *Lateralidad y grafismo de los estudiantes de segundo de básica de la Escuela Fiscal Mixta Nueva Aurora del Distrito Metropolitano de Quito en el año lectivo 2016-2017*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador . Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/13329/1/T-UCE-0010-006-2017.pdf>
- Serra, M. (2014). ResearchGate. *Rev. Logop. Fonoaud.*, 14.
- Solis, D. (2016). *el reciclaje en el desarrollo motor de los niños y niñas de primer grado de la “Unidad Educativa Manuela Espejo”, ciudad Ambato, provincia de Tungurahua, año lectivo 2014-2015*. Ambato, Ecuador : Universidad Tecnológica Indoamérica .
- Tirapu, J., & Luna, P. (2008). Neuropsicología de las funciones ejecutivas. *Manual de neuropsicología. Dialnet*, 2, 42.
- Vaucheret, E., Puga, C., Básalo, G., José, M., Pintos, P., Trossero, I., & Agosta, G. ...-1. (25 de Junio de 2017). Fluencia verbal: un test neuropsicológico breve para la detección de trastornos cognitivos en pediatría. *Acta Neurológica Colombiana. Scielo. Acta Neurológica Colombiana*, 6. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/anco/v33n3/0120-8748-anco-33-03-00142.pdf>
- Vivas, Y., Moreno, A., & Amira, M. (2018). *DesarrollArte: una propuesta en educación artística para fortalecer las habilidades comunicativas desde las funciones neuropsicológicas en los niños y niñas de 7 a 9 años*. Bogotá , Colombia : Corporación Universitaria Minuto de Dios. Obtenido de file:///C:/Users/PC-146/Downloads/TE.IE_VivasArangoYennyAlexandra_2018.pdf

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

López Pazmiño, M. N., Chamba Melo, S. C., Zapata Montoya , A. E., & Robles Portugal G. K. (2020). Desde la perspectiva Neuropsicológica: la lateralidad, fluidez verbal, y conciencia fonológica componentes fundamentales en el desarrollo del proceso lecto escritor. *Ciencia Digital*, 4(3), 24-41. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1274>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Simulación del comportamiento aerodinámico de 3 perfiles NACA mediante el uso de dinámica de fluidos computacional (CFD)



Simulation of the aerodynamic behavior of 3 NACA profiles using computational fluid (CFD)

Marcelo Esteban Calispa Aguilar.¹, Ariel Alexander Andrade Jaramillo.² & Juan Luis Díaz Castillo.³

Recibido: 09-04-2020 / Revisado: 13-05-2020 / Aceptado: 16-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1282>

The simulation of aerodynamic elements using computational fluid dynamics (CFD), in the aeronautical industry represents a fundamental pillar in the development of new technologies and optimization of existing models. The aim of this study is to evaluate the behaviour of 3 profiles commonly used and defined by the National Aeronautics Committee (NACA) through ANSYS and compare the results obtained with previously published simulations. To obtain this information, models with control volumes for each profile, using CAD models based on the NACA specifications were created. In addition, it was necessary to define the boundary conditions within the simulation of finite volumes. The study allows a better understanding of parameters such as the pressure contour, speed contour, flow lines and Mach number that are characteristic of each profile, with their advantages and disadvantages. The resulting simulations determined a better overall performance of profile 63002 (5 digits) compared to profiles 4415 and 0012 (4 digits), confirming the established in the bibliography. Furthermore, the study allowed a better learning of aerodynamics (fluid mechanics) which, as far as the authors have investigated, has been little used in the Ecuadorian academic environment.

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo - Ecuador, Facultad de Ingeniería Mecánica, marcelo.calispa@epoch.edu.ec, ORCID: 0000-0002-4085-8488,

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo - Ecuador, Facultad de Ingeniería Mecánica, ariel.andrade@epoch.edu.ec, ORCID: 0000-0002-2003-0333

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo - Ecuador, Facultad de Ingeniería Mecánica, juanluis.diaz@epoch.edu.ec, ORCID: 0000-0001-9284-278X

Keywords: NACA profiles, computational fluid dynamics, aerodynamics, ANSYS simulation.

Resumen.

La simulación de elementos aerodinámicos mediante la dinámica de fluidos computacional (CFD por sus siglas en inglés), en la industria aeronáutica representa un pilar fundamental en el desarrollo de nuevas tecnologías y optimización de modelos ya existentes. El presente estudio tiene por objetivo evaluar el comportamiento de 3 perfiles usualmente usados y definidos por el comité nacional de aeronáutica (NACA) a través de ANSYS y comparar los resultados obtenidos con simulaciones previamente publicadas. Para obtener esta información, se creó modelos con volúmenes de control para cada perfil, usando modelos CAD en base a las especificaciones NACA, además, fue necesario definir las condiciones de frontera dentro de la simulación de volúmenes finitos. El estudio permite definir y observar cual es el contorno de presión, además, contorno de velocidad, líneas de flujo y número Mach que son parámetros característicos de cada perfil, con sus ventajas y desventajas. Las simulaciones resultantes sugieren un mejor desempeño general del perfil 63002 (5 dígitos) comparado con los perfiles 4415 y 0012 (4 dígitos), confirmando lo establecido en la bibliografía. Adicionalmente, el estudio permitirá un mejor aprendizaje de aerodinámica (mecánica de fluidos) que, hasta donde los autores han investigado, ha sido poco utilizado en el medio académico ecuatoriano.

Palabras clave: Perfiles NACA, dinámica de fluidos computacional, aerodinámica, simulación ANSYS.

Introducción.

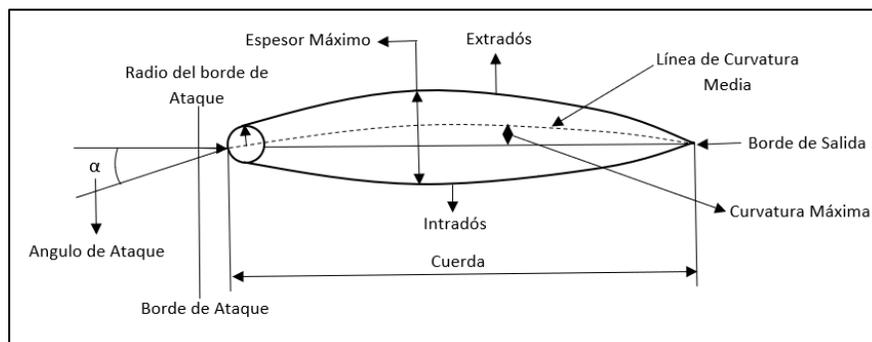
El desarrollo y uso de software que permiten simular el comportamiento de elementos aerodinámicos han presentado facilidades considerables no solamente en la industria aérea, sino también en áreas como la energía eólica y la aerodinámica de vehículos. Las ventajas de desarrollar simulaciones principalmente se relacionan al ahorro y optimización de tiempo que tomaría realizar un trabajo experimental, siempre y cuando los resultados de la simulación y experimentación no difieran considerablemente. Por este motivo siempre es requerida una validación de resultados que podría llevarse a cabo al compararlos con estudios previos.

El estudio del comportamiento de estos elementos nace en el año 1915, como un comité aeronáutico antecesor de la NASA en Estados Unidos y que se enfocaría en desarrollar y mejorar el existente armamento militar aéreo. Sin embargo, en la actualidad, el uso de las regulaciones de este Comité Consultivo Nacional de Aeronáutica (NACA) se ha diversificado de tal forma que puede ser utilizado no solo en perfiles aerodinámicos aéreos para aeronaves, sino también para elementos que constituyen turbinas eólicas y que usan perfiles de este tipo debido a sus mejores prestaciones aerodinámicas.

El estudio del comportamiento de este tipo de configuración de perfiles de alas de avión (principal aplicación) han sido usualmente tratadas como un régimen lineal, sin embargo, en algunas otras aplicaciones este análisis no ha sido suficiente. Para entender un poco de la terminología, se describe a continuación brevemente ciertos conceptos que serán usados en este estudio.

Las ecuaciones que rigen el fenómeno a simular están definidas en la mecánica de fluidos, las cuales principalmente deberán ajustarse a la ecuación de energía, continuidad, momento, Bernoulli, etc., sin embargo, se la resolución de las ecuaciones que se presenten será muy complicada sin el uso de un software de dinámica computacional. Por este motivo, se asume que las ecuaciones están definidas e incluidas en el software (ANSYS) que es utilizado en el presente estudio. En la figura 1 se muestra los principales elementos considerados para describir un perfil de un ala de avión.

Figura 1. Representación esquemática de elementos en perfiles de aviones



Fuente: Elaboración propia.

De los principales elementos se puede definir el perfil alar como la forma de la sección del ala que se observa transversalmente. El borde de Ataque es la parte delantera del ala que primero toma contacto con el flujo de aire al cual estará sometido el perfil.

Adicionalmente se define el borde de salida como la parte posterior del perfil, la línea que une la parte posterior de todos los perfiles del ala. Por otro lado, los extradós e intradós son la parte superior e inferior del perfil entre los bordes de ataque y salida respectivamente. Se puede observar también que se define un espesor máximo como la distancia máxima entre el valor de extradós e intradós.

Una de las principales variantes en la configuración de los elementos del perfil es la línea de cuerda la cual es una línea imaginaria que va entre los bordes de ataque y de salida en cada perfil alar. La Curvatura por otro lado es la curva del ala desde el borde de ataque al borde de salida. La curvatura máxima se refiere a la de la superficie superior (extradós) y la media a la de la superficie inferior (intradós) y curvatura media a la equidistante a ambas superficies. Finalmente, se puede definir a el ángulo α como el ángulo que hay entre la dirección del viento y el perfil alar (más concretamente con la cuerda)

Es importante mencionar por otro lado como la NACA clasifica los distintos perfiles de acuerdo con numeración de cuatro o cinco dígitos, serie 16, serie 6, serie 7 y serie 8, como se muestra en la tabla 1 a continuación con sus ventajas y desventajas.

Tabla 1. Clasificación de perfiles NACA

Familia	Ventajas	Desventajas	Aplicaciones
4-Dígitos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Buenas características de pérdida. 2. Pequeño movimiento del centro de presión en un amplio rango de velocidad. 3. La asperidad tiene poco efecto 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Bajo coeficiente de elevación máximo. 2. Resistencia relativa alta. 3. Alto momento de lanzamiento. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aviación general. 2. Colas horizontales. <p>SIMÉTRICO:</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Jets supersónicos. 4. Palas de helicópteros. 5. Mortajas. 6. Cohetes/aletas de misil
5-Dígitos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mayor coeficiente de elevación máximo. 2. Momento de lanzamiento bajo. 3. La asperidad tiene poco efecto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mala conducta de pérdida. 2. Resistencia relativamente alta. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aviación general. 2. Bombarteros a pistón, transportes. 3. Viajeros. 4. jets de negocios.
Series-16	<ol style="list-style-type: none"> 1. Evita picos de baja presión. 2. Baja resistencia a alta velocidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Elevación relativamente baja. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hélices de aviones. 2. Hélices de barco.
Series-6	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alto coeficiente de elevación máximo. 2. Muy bajo arrastre sobre un pequeño rango de condiciones de operación. 3. Optimizado para alta velocidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alto arrastre fuera del rango óptimo de condiciones de operación. 2. Momento de lanzamiento alto. 3. Mala conducta de pérdida. 4. Muy susceptible a la asperidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Hélices de aviones. 2. jets de negocios. 3. Entrenadores de jet. 4. Chorros supersónicos.
Series-7	<ol style="list-style-type: none"> 1. Muy bajo arrastre sobre un pequeño rango de condiciones de operación. 2. Momento de lanzamiento bajo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coeficiente de elevación máximo reducido. 2. Alto arrastre fuera del rango óptimo de condiciones de operación. 3. Mala conducta de pérdida. 4. Muy susceptible a la asperidad. 	<p>Rara vez se usa.</p>
Series-8	Desconocido	Desconocido	Usado muy raramente

Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que la mayoría de las simulaciones publicadas en la actualidad están más relacionadas con un régimen lineal, existe pocos datos relacionados a las pérdidas en perfiles de alas finitas. De las pocas publicaciones que incluyen el tema de pérdidas, no ofrecen detalles de fuerza y momento después de la posición inicial. Se han presentado también estudios puramente teóricos que han demostrado una relación consistente entre el coeficiente de elevamiento versus el ángulo de ataque, utilizando diferentes perfiles NACA.

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, se requiere el cálculo de ciertas características que nos ayuden a comparar los resultados de cada uno de los resultados simulados, ya sea con valores tabulados o presentados con publicaciones previas. Algunos de estos valores son definidos en la teoría de aerodinámica tal como número Mach, líneas de flujo, número de Reynolds, coeficiente de presión (C_p), perfiles de velocidades y presiones. El presente estudio se enfocará en la obtención y comparación de estos valores con datos de entrada obtenidos de bibliografía reciente.

El enfoque de las simulaciones en la actualidad son muchas, cada una con sus variaciones, ventajas y desventajas. Tales simulaciones pueden tener más énfasis en muchos ángulos de ataque sobre el perfil aerodinámico en la fuerza de levantamiento y la turbulencia que se genera al momento que uno de estos perfiles experimenta un despegue, en los números de Reynolds que se presentan usualmente en estos perfiles, e incluso algunas de las simulaciones sirven para validación de perfiles NACA utilizando no solo ANSYS como software de simulado, sino también otros programas de simulado tales como AutoDesk.

Por este motivo, y en función de lo descrito en esta sección de introducción, el principal objetivo del trabajo es simular el comportamiento de tres perfiles NACA (4415, 0012, 63206), hallando sus respectivas líneas de flujo, coeficientes de presión, perfil de velocidades, tomando en cuenta condiciones iniciales que han sido sugeridas en la bibliografía. Dichos resultados serán comparados con trabajos similares que han usado distintos softwares CFD. Por otro lado, el estudio plantea el uso de este tipo de simulaciones para un mejor aprendizaje de la aerodinámica y mecánica de fluidos en la educación de pregrado en Ecuador.

Metodología.

Para lograr resultados con precisión es deseable generar una variedad de geometrías en 2 y 3 dimensiones. Esto permite que se pueda modificar los ángulos de ataque y por ende los resultados que pueden ser optimizados con cada modificación. Por este motivo se define como se procedió al desarrollo de las geometrías y a su simulación en ANSYS. La simulación de los tres perfiles se lo realiza en las mismas condiciones iniciales y de frontera para comparar cual presenta un mejor desempeño.

Generación de geometrías.

Los perfiles NACA seleccionados a ser analizados serán de las siguientes series: 4415, 0012 y 63006; los cuales estarán bajo las siguientes condiciones de frontera:

- Las ecuaciones que gobiernan el comportamiento de un fluido son las de Navier – Stokes.
- Flujo Turbulento: Shear Stress Transport (modelo de esfuerzo cortante).
- Estado Estable (no interviene la variable tiempo).
- Monofásico: Aire como gas ideal.
- Flujo subsónico, número MACH:0.7.
- Ángulo de ataque $\alpha = 17^\circ$.
- Temperatura 288 K.

- Número de Reynolds: 9×10^6
- Densidad del aire: 0.688 kg/m^3

Estos perfiles están disponibles en la página oficial para la generación de perfiles, Airfoil Tools (<http://airfoiltools.com/airfoil>), sitio-web con los parámetros precisos y confiables para las dimensiones de perfiles NACA. El uso de los perfiles ya implementados en dicha página web son los recomendados basados en la literatura.

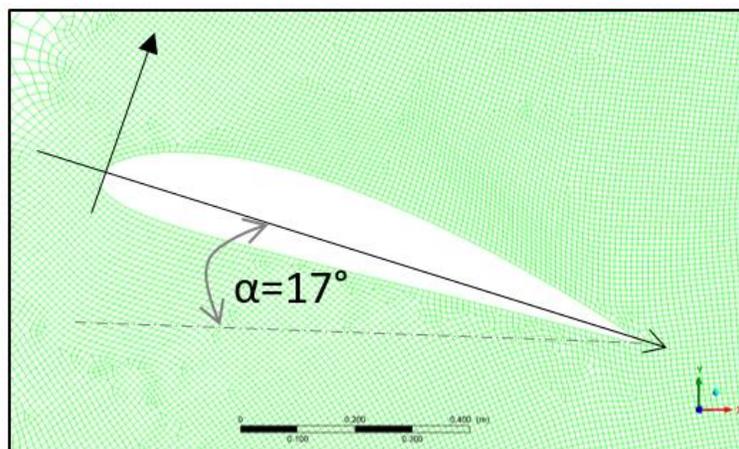
Con las coordenadas obtenidas y una vez introducidas todos los valores, se genera un archivo el cual puede ser importado desde el software SOLIDWORKS. El objetivo es, una vez importado, extraer y generar un sólido en 3D que pueda ser evaluado y simulado en ANSYS.

Simulación en ANSYS.

Las simulaciones se realizarán con el objetivo de recolectar datos sobre el número MACH, las líneas de flujo, fuerza aerodinámica, el coeficiente de presión y el contorno de velocidades que se generan cuando los perfiles se encuentran en los parámetros antes expuestos. Con el uso de ICEM CFD, software que proporciona herramientas de geometría sofisticadas para generación de mallas, post-procesamiento y herramientas de optimización de mallas. Este software ha sido desarrollado para simulaciones que utilizan dinámica de fluidos computacional. Las herramientas de generación de cuadrícula ofrecen la capacidad de crear paramétricamente cuadrículas a partir de la geometría en cuadrículas hexaédricas, tetraédricas e híbridas, estructuradas, no estructuradas y de bloques múltiples que consisten en celdas hexaédricas, tetraédricas, piramidales y prismáticas; y formatos de cuadrícula cartesiana combinados con condiciones de frontera.

Una vez generada el mallado del perfil se utiliza el Workbench Mechanical de ANSYS Versión Estudiantil 2019R3. Se generaron los modelos en 2D de Volúmenes Finitos, se usa este tipo de método porque en torno a cada punto de esta malla se construye un volumen de control que no se traslapa con los de los puntos vecinos, de esta forma el volumen total de fluido resulta ser igual a la suma de volúmenes de control considerados.

Figura 1. Modelo de volúmenes finitos del Perfil alar NACA 4415



Fuente: Elaboración propia.

El modelo fue mallado con elementos tridimensionales hexaédricos con la especificación del SOLVER en este caso para análisis por CFD y se obtuvo:

Tabla 2. Elementos de mallado, Elementos Hexaédricos

Domain	Nodes	Elements
Fluid	85918	42833
Tetrahedra	Wedges	Pyramids
0	128	0
Hexahedra	Polyhedral	
42705	0	

Fuente: Elaboración propia.

La densidad del aire por lo general tiene un valor que oscila entre 1.2 kg/m³ y 1.3 kg/m³, pero para tener resultados más apegados a la realidad de vuelo en las probetas se opta por una altitud promedio de 12 800 pies de altura que deben operar en aeropuertos o aeródromos, por consecuente la densidad del aire bajará considerablemente hasta un valor de 0.688 kg/m³

Con las condiciones de frontera antes especificadas se procedió a determinar por medio de cálculos los siguientes parámetros:

$$c = \sqrt{\gamma RT} = \sqrt{1.4 \times 287 \times 288} = 340.17 \left[\frac{m}{s} \right] \quad \text{ec. 1}$$

$$u = M \times c = 0.7 \times 340.17 = 238.12 \left[\frac{m}{s} \right] \quad \text{ec. 2}$$

$$Re = \frac{\rho ul}{\mu} \Rightarrow \rho = \frac{Re \mu}{ul} = \frac{9e^6 \times 1.82e^{-5}}{238.12 \times 1} = 0.688 \left[\frac{kg}{m^3} \right] \quad \text{ec. 3}$$

$$P = \rho RT = 0.688 \times 287 \times 288 = 56867 [Pa] \quad \text{ec. 4}$$

Donde:

c = Velocidad del sonido

R = Constante de los gases

γ = Ratio de calor específico

T = Temperatura

u = Velocidad libre del aire

M = Número Mach

Re = Número de Reynolds

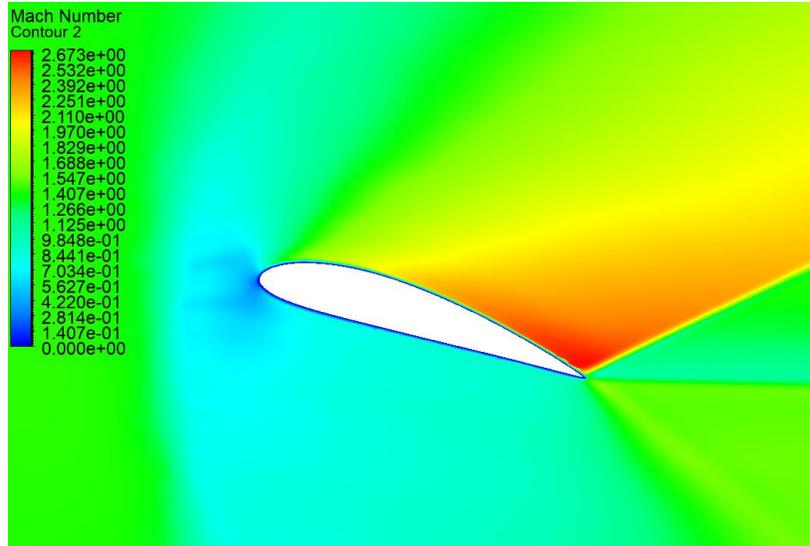
μ = Viscosidad Dinámica

ρ = Densidad

Análisis y discusión de resultados.

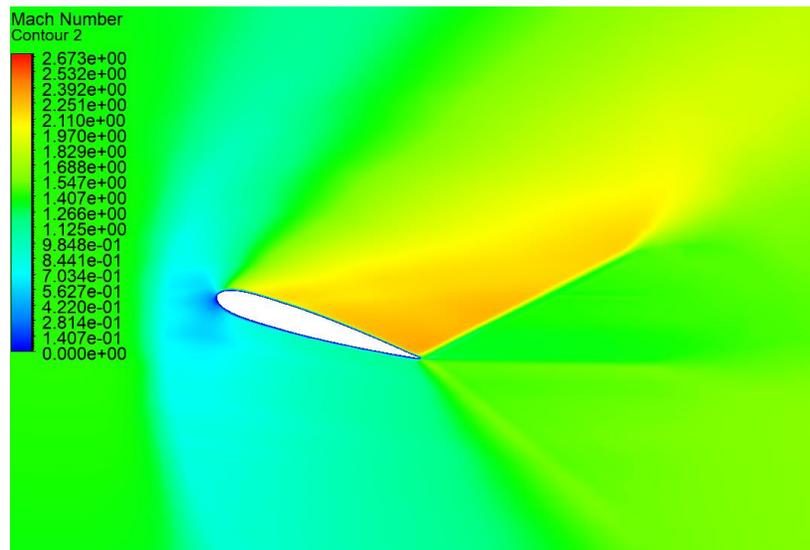
Número de MACH.

Figura 3. Número NACH perfil NACA 4415



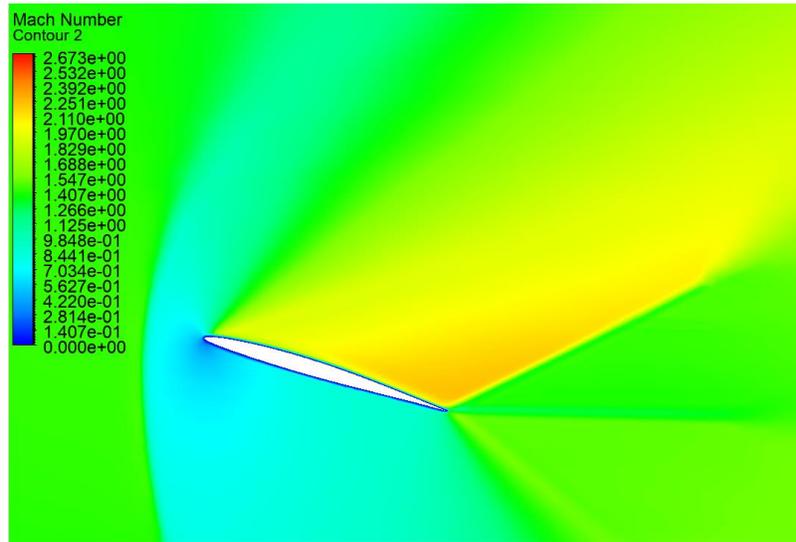
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Número MACH perfil NACA 0012



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Número MACH perfil NACA 63006

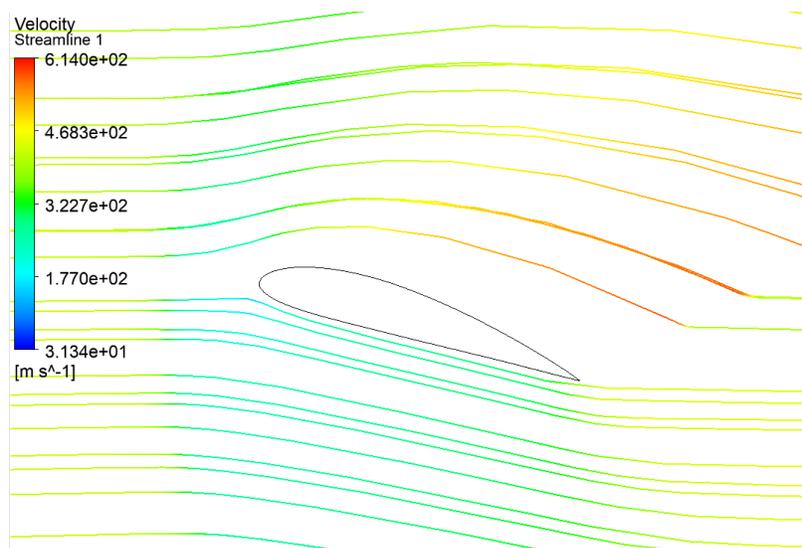


Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar los 3 perfiles NACA, el que más resalta por el equilibrio del número MACH es el de la serie 63006 por lo que es recomendable para aviones que rompen la barrera del sonido (supersónicos) dando mejor características en vuelos a altas velocidades en cambio las demás probetas presentan un contraste de valores MACH por lo tanto tendrán limitantes estructurales de velocidad (subsónicos). Este valor MACH es variable en función a la temperatura y altitud, es decir, a menor temperatura y mayor altitud el número MACH aumenta o viceversa.

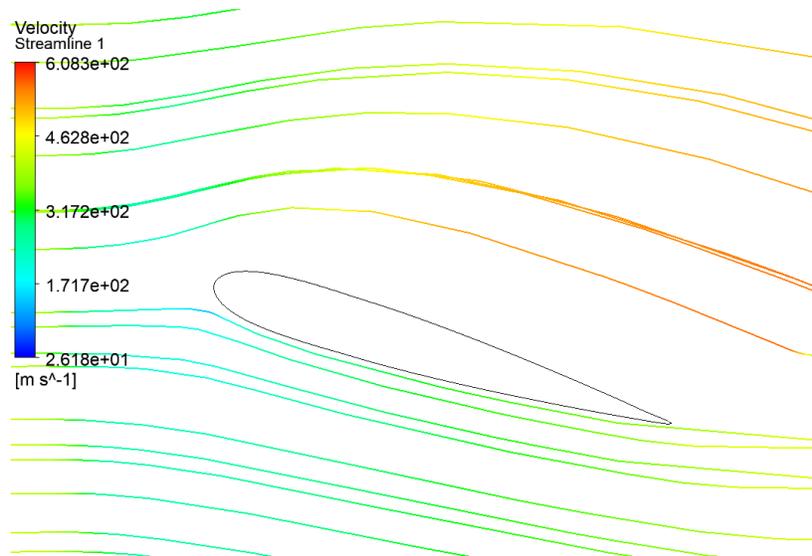
Líneas de flujo (streamlines).

Figura 6. Líneas de flujo perfil NACA 4415



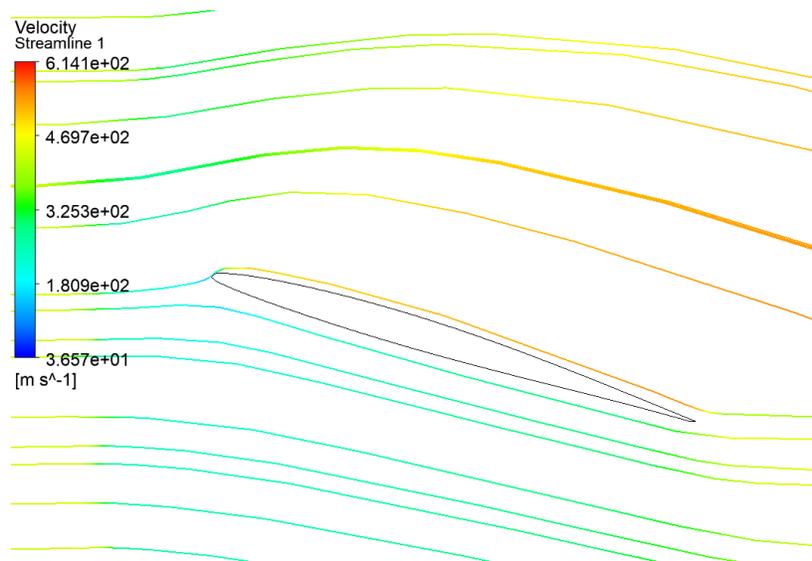
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Líneas de flujo perfil NACA 0012



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Líneas de flujo perfil NACA 63006



Fuente: Elaboración propia.

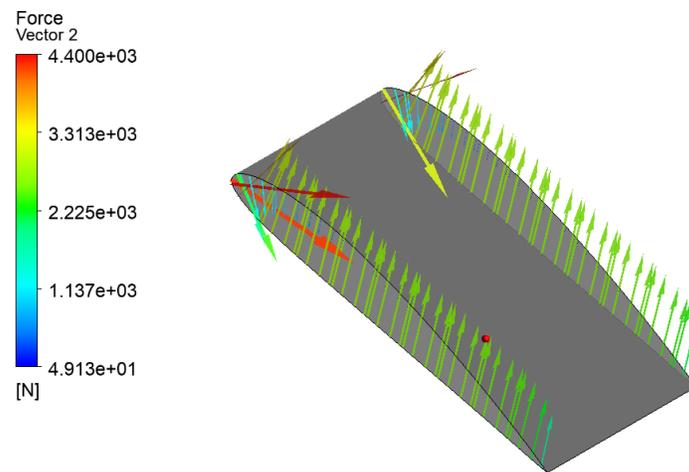
Se puede observar en primera instancia que los perfiles de velocidades o líneas de flujo representan un comportamiento que se esperaba en base a la bibliografía. Identificamos el comportamiento del vector velocidad a lo largo del perfil en un ángulo de ataque de 17 grados, como se definió en la figura 2. Adicionalmente, en base al código de colores se puede sugerir una mayor concentración de turbulencias en los perfiles 4415 y 0012 comparado con el perfil 63006.

Los valores de velocidad que hemos obtenido se asemejan bastante con los valores obtenidos por Petrilli et al. 2014, trabajo que se enfoca en el comportamiento y optimización del perfil en su punto de salida y ángulo de ataque.

Se identifica que tanto a ángulos de ataque de 17 y 18 grados, existe una pérdida de sustentación, esto se debe a que existe una separación del flujo laminar ósea del aire suave sobre el perfil alar, dando lugar a un flujo turbulento. Estas líneas de flujo podrían ser observadas de mejor manera y comprobadas si se realiza experimentación con modelos a escala dentro de un túnel de viento. Lamentablemente es una de las restricciones actuales del estudio.

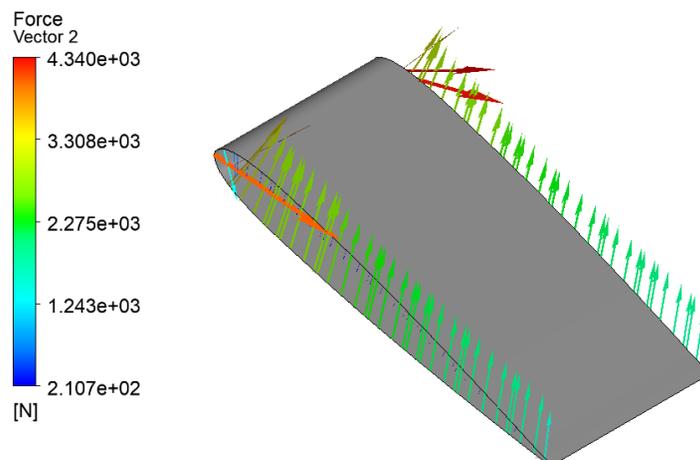
Fuerza aerodinámica.

Figura 9. Fuerza aerodinámica perfil NACA 4415



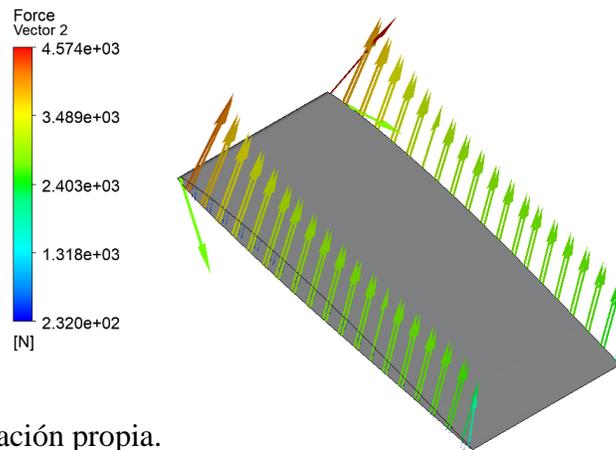
Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Fuerza aerodinámica perfil NACA 0012



Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. Fuerza aerodinámica perfil NACA 63006



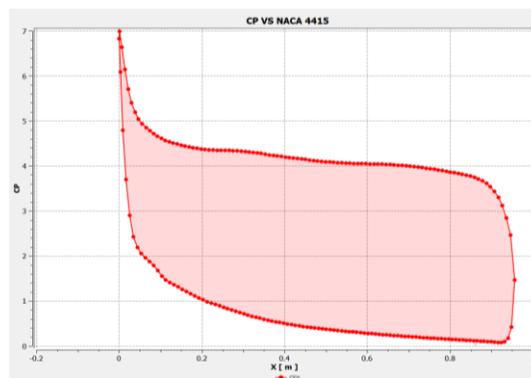
Fuente: Elaboración propia.

La fuerza de sustentación es importante debido a que es la fuerza que mantiene al ala (avión) estable. Dicha fuerza es generada por la masa de aire a través del perfil alar, siempre es perpendicular a la trayectoria de vuelo independientemente de la altitud del avión. Se observa que, en base a los resultados mostrados, el perfil 63006 muestra el mayor valor de vector fuerza, por lo que podemos sugerir que este perfil es el que presentara una mejor fuerza sustentadora. Esto se ajusta a los resultados que se ha presentado en otros estudios en los que, en base a experimentación y estudios empíricos, se utiliza este perfil para aumentar el coeficiente de sustentación. Por otro lado, los perfiles (0012, 4415) las fuerzas son de menor valor. Con esto se comprueba que los perfiles de 5 dígitos tienen un mayor desarrollo comparados con los perfiles de 4 digititos, y son considerados como una evolución de los perfiles NACA

Los perfiles 4415 generan fuerzas de sustentación incluso cuando el Angulo de ataque es igual a cero. Este tipo de perfiles ofrecen menor resistencia al avance, sin embargo, no producen tanta sustentación. Por otro lado, en el perfil 0012 a medida que aumenta el ángulo de ataque tiende a tener un mejor comportamiento con respecto al centro de presiones.

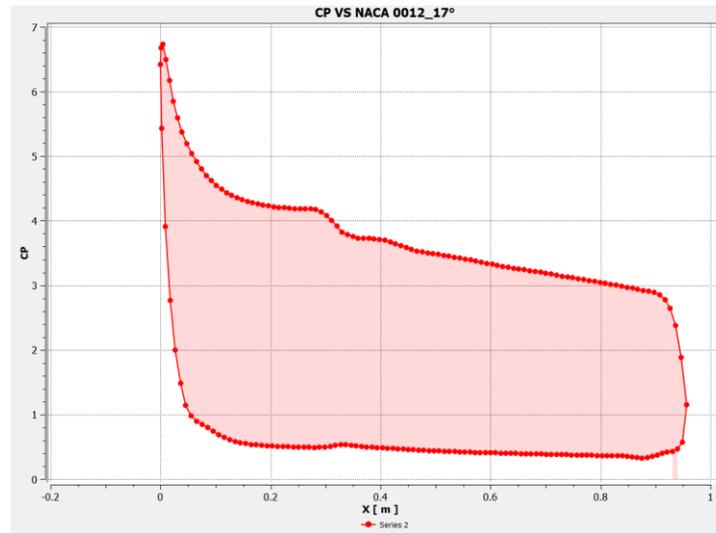
Coefficiente de presión.

Figura 12. Coeficiente de presión perfil NACA 4415



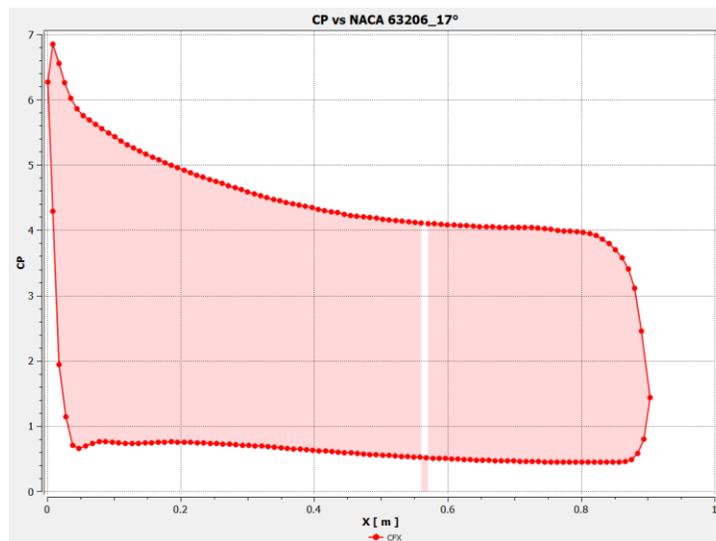
Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. Coeficiente de presión perfil NACA 0012



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Coeficiente de presión perfil NACA 63006



Fuente: Elaboración propia.

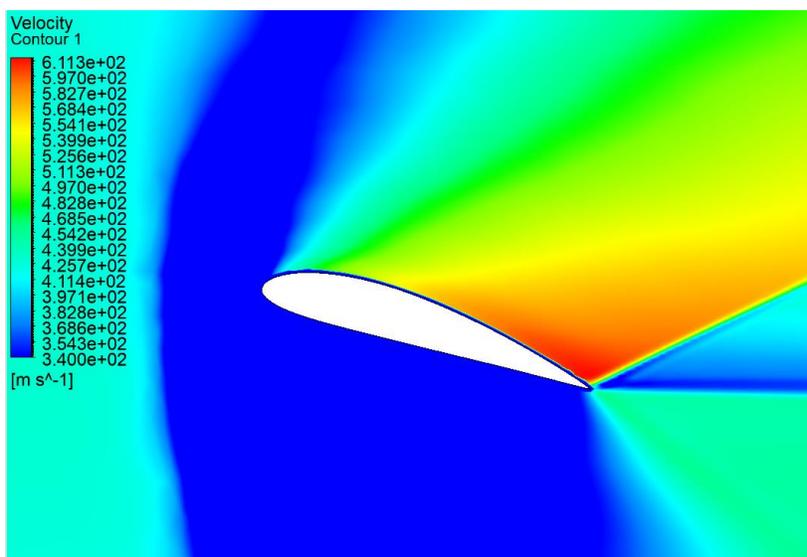
Los cálculos de los coeficientes de presión sirven en el estudio para identificar lugares críticos de cada perfil NACA pronosticando la presión del aire como se logra observar que en todos los bordes de ataque de estos perfiles estarán soportando la máxima presión que se genera. Las consecuencias de este análisis están relacionadas a una mejor selección de materiales de fabricación, por ejemplo, en base a las condiciones de frontera.

Los coeficientes obtenidos de la simulación tienen un valor máximo de 7 o cercano a este valor, lo cual se puede observar claramente en las figuras 12, 13 y 14. Estos valores son los que se

usualmente se recomiendan en aerodinámica para tener una mayor presión en el intradós que en el extradós, lo cual genera una buena sustentación de los perfiles.

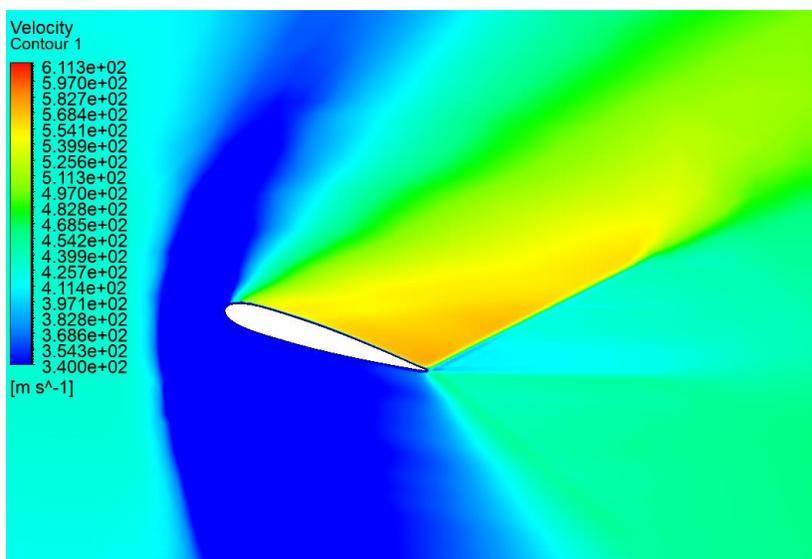
Contorno de velocidades.

Figura 15. Contorno de velocidades perfil NACA 4415



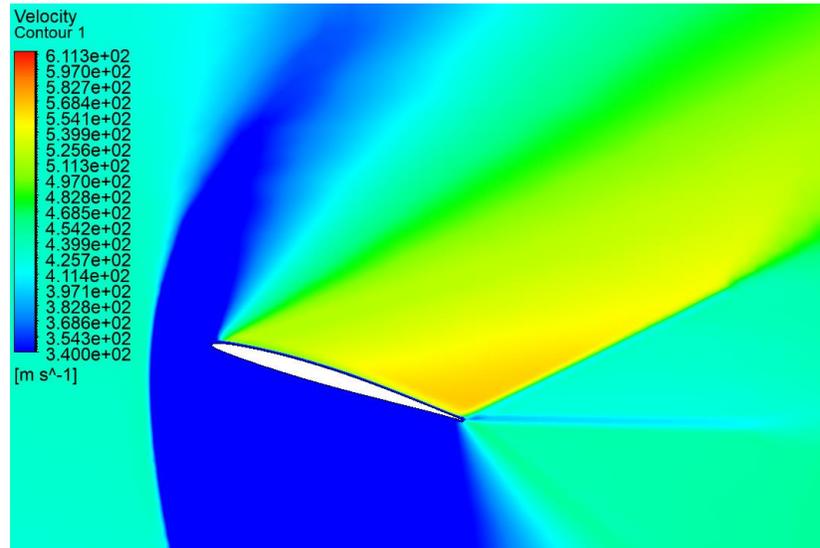
Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Contorno de velocidades perfil NACA 0012



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17. Contorno de velocidades perfil NACA 63002



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar claramente que el perfil 4415, se producen una mayor concentración de velocidades en el borde de salida, lo cual podría relacionarse a una mayor concentración de turbulencias. A pesar de que el perfil 0012 también es de la familia de 4 dígitos, es considerable la reducción del perfil de velocidades en el borde de salida. Por último, en el perfil 63002 en base al código de colores se observa que es mucho mejor la distribución del perfil de velocidades.

Nuevamente se puede atribuir mejores resultados al ser de una serie mejorada que la de 5 dígitos. Sin embargo, no se podría generalizar y decir que el perfil de 6 dígitos siempre será el mejor. Existirán aplicaciones específicas en las que cada uno de los perfiles son recomendados. Como ejemplo podemos anotar el uso de perfiles 4415 para vuelos en los que se tenga poca carga (pasajeros) como en paracaidismo o aeronaves dedicadas a fumigación. Otro ejemplo común de aplicaciones de perfil 0012 es en aeronaves para acrobacias aéreas o perfiles para hélices de helicópteros.

Como se muestra en literatura actual publicada, y en la cual se baso el presente estudio, ha sido posible obtener resultados similares para los tres perfiles utilizando un software diferente para el desarrollo de las simulaciones de dinámica computacional.

Trabajo futuro.

Se plantea el uso del presente trabajo como punto de partida para la simulación de otros perfiles NACA definidos, no solamente en perfiles de alas de avión sino, además, en perfiles de álabes de turbinas eólicas que permitirán la optimización y aprovechamiento de velocidades de viento presentes en el entorno local. Dicha optimización se puede enfocar en el uso de nuevos y mejores mallados al momento de utilizar la simulación dinámica. Por otro lado, es importante tener siempre presente que esto puede conllevar a un costo computacional mayor, a veces innecesario.

Conclusiones:

El objetivo principal planteado del estudio se ha logrado cumplir. Los resultados han permitido la evaluación de parámetros que caracterizan a cada uno de los perfiles recomendados para ciertos usos por NACA. El uso de dinámica computacional ha sido verificado mediante el análisis y comparación de resultados con bibliografía publicada actual.

Los resultados de forma general sugieren un mejor comportamiento y desempeño del perfil NACA 63002 (número MACH, perfil de velocidades, presiones y líneas de flujo), con las mismas condiciones de frontera e iniciales que el resto de los perfiles. A pesar de que es un tema aun en desarrollo, las simulaciones muestran claramente las ventajas del uso de software y su versatilidad para cambio de condiciones de entrada, dimensiones con resultados en tiempo real.

Los resultados obtenidos permiten confirmar que existe un mejoramiento de los perfiles (de 4 dígitos a perfiles de 5 dígitos) como lo demuestra el perfil 63002, enfocándose la literatura en mejoramiento de sustentación. Sin embargo, existirán aun así aplicaciones que sugerirán un uso perfiles 4415 y 0012 debido a su entorno de aplicación.

Adicionalmente, el presente estudio será de mucha utilidad en el proceso de aprendizaje de asignaturas de relacionadas con la mecánica de fluidos y aerodinámica, con una visión futura de comprobación en experimentos a escala en túneles de viento.

Referencias bibliográficas.

- NASA. The National Advisory Committee for Aeronautics. *Shooting for the Sky Helped Us Reach for the Stars* 2019; 1.
- Parakkal JU, Kadi K El, El-Sinawi A, et al. Numerical analysis of VAWT wind turbines: Joukowski vs classical NACA rotor's blades. *Energy Procedia* 2019; 158: 1194–1201.
- Petrilli J, Paul R, Gopalarathnam A, et al. A CFD database for airfoils and wings at post-stall angles of attack. *31st AIAA Appl Aerodyn Conf*. Epub ahead of print 2013. DOI: 10.2514/6.2013-2916.
- Gülçat Ü. *Fundamentals of Modern Unsteady Aerodynamics*. 2nd Editio. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. Epub ahead of print 2011. DOI: 10.1007/978-3-642-14761-6.
- Jacobs E, Ward K, Pinkerton R. The characteristics of 78 related airfoil sections from tests in the variable-density wind tunnel. *Natl Advis Comm Aeronaut* 1933; 299–354.
- Harper CW, Maki RL. *A review of the stall characteristics of swept wings*. 1964.
- Ostowari C, Naik D. Post stall studies of untwisted varying aspect ratio blades with an NACA 4415 airfoil section-Part I. *Wind Eng* 1984; 176–194.
- Chanetz B, Délerly J, Gilliéron P, et al. *Experimental Aerodynamics*. Cham: Springer International Publishing. Epub ahead of print 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-35562-3.
- Madhanraj VR, Shah DA. CFD Analysis of NACA 2421 Aerofoil at Several Angles of Attack. *J Aeronaut Aerosp Eng* 2019; 08: 2–5.

- Kulshreshtha A, Gupta SK, Singhal P. FEM/CFD analysis of wings at different angle of attack. *Mater Today Proc* 2020; 26: 1638–1643.
- Prabhakar A. CFD Analysis on MAV NACA 2412 Wing in High Lift Take-Off Configuration for Enhanced Lift Generation. *J Aeronaut Aerosp Eng*; 02. Epub ahead of print 2013. DOI: 10.4172/2168-9792.1000125.
- He W, Pérez JM, Yu P, et al. Non-modal stability analysis of low-Re separated flow around a NACA 4415 airfoil in ground effect. *Aerosp Sci Technol* 2019; 92: 269–279.
- Autodesk. *Autodesk Simulation CFD External Flow Validation : NACA 0012 Airfoil*. 2015.
- Tools A. *NACA 4 digit airfoil generator*, <http://airfoiltools.com/airfoil/naca4digit> (2015).
- Keane AJ, Sóbester A, Scanlan JP. *Small Unmanned Fixed-wing Aircraft Design*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. Epub ahead of print 23 October 2017. DOI: 10.1002/9781119406303.
- Carmona A. *Aerodinamica y actuaciones del avion*. 13th ed. Paraninfo, SA, 2015.
- Martinez Ferri JE. *Análisis del Comportamiento Aerodinámico de Perfiles*. 2012.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Calispa Aguilar, M. E., Andrade Jaramillo, A. A., & Díaz Castillo, J. L. (2020). Simulación del comportamiento aerodinámico de 3 perfiles NACA mediante el uso de dinámica de fluidos computacional (CFD). *Ciencia Digital*, 4(3), 42-59.

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1282>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Comportamiento agro-productivo del *Axonopus scoparius* frente a niveles de fertilización en el Cantón Morona - Provincia Morona Santiago



Agro-productive behavior from Axonopus scoparius in Morona Santiago province

Luis Arias Alemán.¹, Luis Ulloa Ramones.², & Luis Condo Plaza.³

Recibido: 10-04-2020 / Revisado: 15-05-2020 / Aceptado: 17-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1300>

The production of *Axonopus scoparius* was developed on the premises of the ESPOCH extension Morona Santiago, for which five treatments were used (T0: without fertilizer, T1: 10-30-10 + urea, T2: chicken faces + urea, T3: 10- 30-10 + chicken faces + urea and T4: Cuyinaza + urea) with four replications, the same ones that were distributed in 20 experimental 5 x 4 plots, considering that only the data of 16 square meters was taken as a net plot; the results obtained were analyzed under a Completely Random Block Design and separation of means according to Tukey. Periodically, data collection was carried out, such as: height and forage production, when the grass reached its climax. Once the information was processed, it was possible to determine that the height of the initial *Axonopus scoparius*, at 15, 30, the weight of the biomass of 16 square meters, daily weight increase, forage production per hectare, estimated animal load at 90 , 18 and 270 days did not register significant differences; while the height at 75 and 90 days was 117.05 and 148.73 cm, the increase in height during the 90 days was 145 cm and the daily growth of the plant was 1.61 cm, the use of the 10-30 treatment being the most efficient. -10 + chicken manure + urea.

Keywords: *Axonopus scoparius*, Tropical grasses, Fertilization, Urea, Chicken faces and Cuyinaza.

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador, luis.arias@epoch.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador, luis.alejandro86@hotmail.com

³ Universidad Regional Amazónica IKIAM, Tena, Ecuador, lac_plaza@yahoo.com

Resumen.

La producción de *Axonopus scoparius* se desarrolló en los predios de la ESPOCH extensión Morona Santiago, para lo cual se utilizó cinco tratamientos (T0: sin abono, T1: 10-30-10 + úrea, T2: gallinaza + úrea, T3: 10-30-10 + gallinaza + úrea y T4: Cuyinaza + úrea) con cuatro repeticiones, los mismos que se distribuyeron en 20 parcelas experimentales de 5 x 4, considerando que únicamente se tomó los datos de 16 metros cuadrados como parcela neta; los resultados obtenidos se analizaron bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar y separación de medias según Tukey. Periódicamente se realizó la toma de datos, tales como: la altura y producción de forraje, cuando el pasto llegó a su clímax. Una vez procesada la información se pudo determinar, que la altura del *Axonopus scoparius* inicial, a los 15, 30, el peso de la biomasa de 16 metros cuadrados, incremento de peso diario, producción de forraje por hectárea, carga animal estimada a los 90, 18 y 270 días no registró diferencias significativas; mientras que la altura a los 75 y 90 días fue 117.05 y 148.73 cm, el incremento de la altura durante los 90 días fue 145 cm y el crecimiento diario de la planta fue 1.61 cm, siendo el más eficiente la utilización del tratamiento 10-30-10 + gallinaza + urea.

Palabras claves: *Axonopus scoparius*, Pastos tropicales, Fertilización, Urea, Gallinaza y Cuyinaza.

Introducción.

Según GADP Morona Santiago (2017).. , La ganadería bobina es la principal actividad agropecuaria y fuente de ingresos de los agricultores; está poblada aproximadamente por 200000 unidades bovinas y se dispone de 372100 has de pastos, el 80% aproximadamente de gramalote *Axonopus scoparius*, lo que implica que en cada dos hectáreas abastece una unidad bovina adulta lo que implica en un impacto ambiental sobre la utilización del suelo por ende mayores gastos. Por estas razones es indispensable trabajar en el mejoramiento de la producción de los pastos existentes sobre todo *Axonopus scoparius* ; presentar opciones de manejo de los pastos tropicales con información básica para el mejoramiento de la nutrición de sus animales eso da la importancia del estudio en la provincia para que sus resultados obtenidos de investigación científica en fertilización, pesos, altura, cobertura, niveles de proteína; herramientas que emiten datos a los ganaderos que les permita tomar decisiones para mejorar la productividad y por ende sus ingresos.

Bravo et al. (2017) indican que los factores de mayor contribución con un 70,54 % a la variación de la fertilidad de los suelos en la región amazónica está afectada principalmente por el piso climático, la profundidad, algunos indicadores físicos y químicos como la densidad aparente, porosidad total, porosidad de retención, pH, COT; N, P, K+1, S, Ca+2 , B, Zn.

Hernandez J. (2007) hace referencia en su estudio que La producción de materia verde y seca del pasto *Axonopus scoparius* varía en el tiempo de madures fisiológica frente a la aplicación de

fertilizantes orgánicos siendo de suma importancia disponer de información en morona Santiago resultados de sus aplicaciones.

Dentro de la familia de las gramíneas el pasto gramalote llamado también imperial, parecido al micay, siendo originario del sur de América. Es un cultivo permanente, de crecimiento erecto, tallos rectangulares achatados, succulento y de alto contenido de agua (alrededor del 80%), sus hojas son envainadoras, lanceoladas y paralilenervias de 40 a 60 cm y de 20 a 30 mm de ancho; en el ápice del tallo aparece la inflorescencia (espiga) en forma de panícula de 15 a 20 cm de largo, muy parecida a la del pasto “micay”, pero con el raquis más alargado y con mayor número de espiguillas (Márquez. 2012).

Este pasto se desarrolla desde los 600 y 2200 msnm, se ha podido comprobar su adaptación a temperaturas moderadas su producción es aceptable en suelos pobres pero el drenaje es de suma importancia ya que no se desarrolla en suelos anegados.

Sus rendimientos se incrementan en zonas que tienen entre 1000 a 2000 mm anuales, característica principal de la región amazónicas con sus provincias de Napo, Pastaza, Moro Santiago y Zamora Chinchipe de la Región Amazónica, donde predomina en más del 90% de las áreas establecidas de pastizales (Palacios. 2014).

La característica de esta planta resalta el alto macollamiento y su largo periodo de madurez fisiológica, se transforman en áreas propicias para ser atacadas por el salvazo,

El porcentaje de incidencia de esta plaga al ocupar elevados índices puede disminuir notablemente la producción forrajera. En cuanto a las enfermedades es un cultivo resistente a pudrición de raíz en zonas secas y débiles ante fusarium en zonas húmedas

Gonzales et al (1997)

Una forma de medir el valor nutritivo de los forrajes es a través de la eficiencia para la producción animal cuando este es la única fuente alimenticia que se le administra. De esta forma se considera diversas condiciones para que un forraje sea de buena calidad, posee todos los nutrientes esenciales disponibles en proporciones balanceadas tiene alta digestibilidad palatable para el animal, nivel alto de producción de biomasa estos factores indica el valor nutritivo de los forrajes está considerado como un conjunto universal donde se obtienen características fundamentales físicas, químicas, nutricionales y alimenticias para cubrir las necesidades en el desarrollo, y producción de los animales (FAO, 2008)

El valor nutritivo de un pasto no se puede evaluar por solo un principio nutritivo, sino como el suministro total de nutrientes, el cual es afectado por tres factores: el consumo voluntario de materia seca del alimento, su digestibilidad y la eficiencia del alimento consumido y dirigido es transformado en productos útiles por el animal, esto es en energía neta. La forma más común de

medir el valor nutritivo consiste en determinar la composición química, la digestibilidad, el consumo voluntario y la energía (digestible, metabolizable) del alimento (Betancurt, 2011)

Gonzales, R. et al (2006), El axonopus por su palatabilidad es considerada una especie muy aceptada por el ganado bovino, especialmente en su madurez fisiológica media (5 meses), donde se considera con altos niveles de proteína cruda, fósforo y digestibilidad in vitro de la materia seca; también se hace referencia que para el consumo en la Amazonia Ecuatoriana se aplica la ganadería desde las veinte y ocho semanas y su nivel proteínico oscila del 7 al 8 %

El *Axonopus scoparius* es una especie forrajera utilizada en la ganadería de la amazonia ecuatoriana, particularmente en Morona Santiago, esta especie se caracteriza por ser perenne razón por la cual, requiere de un manejo de los suelos a través de fertilizaciones, con la finalidad de que la producción de biomasa sea rentable y sea expresada en la producción ganadera (Anzoala, H. 2015 y Arzuaga, 2012).

La altura del pasto *Axonopus scoparius* va entre 0.60 y 2 metros, su tallo es grueso, succulento y erecto jugoso y aplanado, sus hojas son anchas vellosas en el haz de 10 a 60 cm de largo de color verde, por lo general crece mateado y hasta de 35 mm de ancho (Rodríguez, 2018).

Los cultivos de *Axonopus scoparius* requieren de fertilización nitrogenada y fósforo, además de una fertilización de mantenimiento luego de cada corte una dosis de 500 kg / ha de fósforo y 100 kg de urea como fuente de nitrógeno (Ramírez, 2009), para lograr una producción superior a 20 toneladas / ha de materia seca puesto que sin fertilización la producción anual alcanza a 12 Tn / año (Palacios, 2014). En suelos rojos se produce 15 Tn de materia seca representado 75 Tn de forraje verde y en suelos negros fríos, la producción es de 8 Tn/ha que corresponde aproximadamente a 40 Tn de forraje verde (Márquez, 2012).

Metodología.

Características del área de estudio.

Esta investigación tuvo una duración de 113 días, se realizó en los campos de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en la provincia de Morona Santiago sector Proaño situado a (2°16'29" S, 78°7'41" W), la cual presenta una altitud de 1150 msnm, precipitación pluvial de 274 mm, con una humedad relativa de 80.95% y una temperatura promedio de 25°C con un pH de 5.5.

Manejo del área.

La investigación se realizó en un cultivo de gramalote (*Axonopus scoparius*) establecido, para lo cual se realizó un corte inicial de toda el área que constaba de 616 metros cuadrados destinada a la investigación, esto se realizó con una máquina motoguadaña para dejar homogéneamente el terreno, dejando todo el material vegetativo como abono orgánico, acto seguido se trazó un total de 20 parcelas de 16 metros cuadrados cada una para las repeticiones, utilizando 322 metros cuadrados de toda el área. A los quince días de haber realizado la poda, se agregó las dosis

correspondientes a cada parcela. La cantidad de fertilizantes y abonos se los calculó por hectárea en el T0: testigo; T1: 10-30-10,1000kg/ha más urea: 200kg/ha; T2: gallinaza, 10T/ha más urea 200kg/ha; T3: gallinaza 10T más 10-30-10, 1000Kg/ha más urea 200kg/ha; T4: cuyaza 10T/ha más urea 200kg/ha.

La fertilización del *Axonopus scoparius* utilizando T0: (sin abono), T1: (10-30-10 + urea), T2: (gallinaza + urea), T3: (10-30-10 + gallinaza + úrea) y T4: (Cuyinaza + úrea), con cuatro repeticiones, se desarrolló en los predios de la ESPOCH extensión Morona Santiago a 1150 m.s.n.m, con una temperatura ambiental de 24.6 °C y una humedad relativa de 260 mm anual; los cuales fueron distribuidas en 20 parcelas experimentales que se distribuyeron bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar cuyo modelo lineal aditivo fue: $Y_{ij} = u + T_i + B_j + E_{ij}$, donde: Y_{ij} es el valor estimado de la variable, u es la media general, T_i efecto de las fertilizaciones, B_j Efecto de las repeticiones y E_{ij} Efecto de la aleatorización de las unidades experimentales en el campo experimental (error experimental), y la separación de medias según Tukey, modelo que se corrió con el software INFOSTAT Estudiantil.

Resultados.

Luego del corte de igualdad se midió la altura de la planta la misma que se encontró entre 3.54 y 5.96 cm, demostrándose homogeneidad cuyo coeficiente de variación fue de 0.30 %.

Transcurrido 15 días la altura del *Axonopus scoparius*, estuvo entre 31.20 y 33.65 cm, y a los 30 días entre 39.85 y 45.58 cm, señalándose que no existió diferencias significativas entre los diferentes fertilizantes. Mientras que a los 75 días la altura del *Axonopus scoparius* al utilizar 10-30-10 + gallinaza + Urea registró 117.05 y 148.73 cm a los 90 días, valores que difieren significativamente ($P < 0.01$) del resto de fertilizantes, principalmente del control con el cual se registró a los 75 y 90 días alturas de 90.55 y 126 cm, esto permite determinar que, la disponibilidad de nutrientes de manera artificial mejora la altura de las plantas como se observa en la Tabla 1, pese a que el trabajo se desarrolló en una zona lluviosa en donde los abonos y nutrientes se lixivian fácilmente. La altura del *Axonopus scoparius* a una edad entre 60 y 90 días fue de 60 a 200 cm (Rodríguez, Y. 2018), valores que se encuentran dentro de los registrados en el presente estudio, además se puede señalar que estos pastos son suculentos, y su el contenido de humedad es alto. De la misma manera al utilizar fertilización nitrogenada el *Axonopus scoparius* alcanza una altura de 1.40 a 1.70 m (Rengifo, 2019), siendo superiores a los registrados en el presente trabajo, esto quizá se deba al tipo de suelos con los que se cuenta para realizar la respectiva investigación. De la misma manera se puede mencionar que la cantidad de fertilizante es fundamental en la producción de biomasa forrajera puesto que a mayor cantidad de fertilizante incluido la producción de biomasa aumenta (Bernardis, 2001).

El incremento de la altura del *Axonopus scoparius* en los 90 días de evaluación fue de 145.19 cm con un crecimiento promedio diario de 1.61 cm al aplicar 10-30-10 + gallinaza + Urea, valor que difiere significativamente principalmente del tratamiento control, con el cual se registró un

incremento del tamaño de la planta de 120.40 durante los 90 días cuyo crecimiento diario fue 1.34 cm diario, señalándose que los abonos que funcionan adecuadamente al mezclar gallinaza + 10-30-10 + urea, con relación al resto de fertilizantes, más aun cuando no se aplica fertilizantes. El incremento de altura diario del *Axonopus scoparius* en promedio fue 2.16 m (Rodríguez, Y. 2018), siendo superior al registrado en el presente trabajo, esto posiblemente se deba a que los suelos de Morona Santiago se lixivian con facilidad por estar en la zona amazónica de alta pluviosidad y con una capa agrícola muy delgada.

Tabla 1. Comportamiento agro-productivo del *Axonopus scoparius* bajo diferentes tipos de fertilización en el cantón Morona.

Variables	Fertilización del <i>Axonopus scoparius</i>										Prob.
	T0	T1	T2	T3	T4	T0	T1	T2	T3	T4	
Altura inicial (cm)	5.96	a	4.98	a	5.08	a	3.54	a	5.48	a	0.283
Altura a los 15 días (cm)	33.43	a	33.65	a	31.20	a	31.55	a	31.63	a	0.601
Altura a los 30 días (cm)	45.58	a	44.78	a	39.85	a	41.91	a	42.18	a	0.622
Altura a los 75 días (cm)	90.55	c	114.43	a	109.18	b	117.05	a	116.83	a	0.000
Altura a los 90 (cm)	126.45	c	145.63	b	143.33	b	148.73	a	147.28	a	0.000
incremento de la altura (cm)	120.49	c	140.64	b	138.25	b	145.19	a	141.79	a	0.000
Crecimiento planta /día (cm)	1.34	c	1.56	b	1.54	b	1.61	a	1.58	b	0.000
Peso de biomasa (16 m ²) kg	38.45	a	65.00	a	54.80	a	65.50	a	56.30	a	0.064
Incremento peso (g/d/m ²)	26.70	a	45.14	a	38.06	a	45.49	a	39.10	a	0.064
Producción FV (tn/ha/corte)	24.03	a	40.63	a	34.25	a	40.94	a	35.19	a	0.064
Producción MS (tn/ha/corte)	4.33	a	7.31	a	6.17	a	7.37	a	6.33	a	0.064
Carga Anima kg/90 días	4.01	a	6.77	a	5.71	a	6.82	a	5.86	a	0.064
Carga Anima kg/180 días	2.00	a	3.39	a	2.85	a	3.41	a	2.93	a	0.064
Carga Anima kg/270 días	1.34	a	2.26	a	1.90	a	2.27	a	1.95	a	0.064

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey (P<0.05).

T0: Control

T1: 10-30-10 + UREA

T2: Gallinaza + UREA

T3: 10-30-10 + Gallinaza UREA

T4: Cuyinaza + UREA

La producción de biomasa (forraje verde) al utilizar la fertilización con los tratamientos T1, T2, T3 y T4 fue de 65.00, 54.80, 65.50 y 56.30 Kg/16 m², aunque son superiores al tratamiento control, con el cual se registró 38.45 kg/16 m², no son diferentes significativamente ($P > 0.05$), se puede mencionar que la disponibilidad de fertilizante es fundamental en la producción de forraje verde para hacer ganadería en el trópico húmedo de Morona Santiago. La misma tendencia ocurre con el incremento de forraje verde por metro cuadrado, puesto que al utilizar los tratamientos T1, T2, T3 y T4 fue 45.14, 38.06, 45.49 y 39.10 kg/m² y con el tratamiento control 26.70 kg/ m².

La producción de forraje verde de *Axonopus scoparius* por hectárea y por corte al utilizar los tratamientos T1, T2, T3 y T4 fue de 40.63, 34.25, 40.94 y 35.19 Tn/Ha, que no difiere de forma relevante de tratamiento control, con el cual se alcanzó 24.03 Tn/Ha. La producción de *Axonopus scoparius* en forraje verde en suelos rojos con fertilización alcanzan 75 Tn/ha siendo superior al registrado en el presente trabajo (Palacios, 2014) siendo superior al alcanzado en el presente estudio, mientras que en suelos negros 40 Tn/ha la producción fue de 40 Kg/ha (Márquez, 2012) similar al reportado en el presente trabajo, esto quizá se deba a que los suelos de Morona Santiago tienen una capa agrícola muy delgada y de fácil lixiviación siendo necesario incorporar mayor cantidad de materia orgánica (Borrero, 2010) para retener los nutrientes y fértiles los suelos para la producción de forraje verde y la ganadería (Buitriago, 2017). La producción de forraje verde / a de *Axonopus scoparius* fue de 7 a 13 Tn/ha (Rengifo, 2019), siendo superior al registrado en el presente estudio, esto se debe principalmente a la fertilización nitrogenada que responde a la respuesta fisiología de las gramíneas tropicales (Gonzales, 1997) en donde el nitrógeno participa forma parte de las moléculas de proteínas y forma parte del proceso de fotosíntesis y respiración, mejorando el metabolismo de la planta y su crecimiento y desarrollo.

La producción de materia seca, al aplicar los tratamientos T1, T2, T3 y T4 fue de 7.31, 6.17, 7.37 y 6.33 Tn/Ha, aunque no difiere estadísticamente del tratamiento control, se registró 4.33 Tn/Ha de materia seca/corte. La producción de materia seca de *Axonopus scoparius* en suelos rojos con fertilización alcanzan 15 Tn/ha siendo superior al registrado en el presente trabajo (Palacios, 2014), superior al alcanzado en el presente trabajo, mientras que en suelos negros fue 8 Tn/ha (Márquez, 2012) superior al reportado en el presente trabajo, esto quizá se deba a que los suelos de Morona Santiago son lixiviados lixiviación por la excesiva pluviosidad, siendo necesario la fertilización permanente de materia orgánica (Borrero, 2010) para mantener fértiles los suelos y su respectiva producción ganadera (Buitriago, 2017)..

La carga animal estimada al cosechar gramalote cada 90 días al utilizar los tratamientos T0, T1, T2, T3 y T4 fueron 4.01, 6.77, 6.17, 5.71, 6.82 y 5.86 UBAs de 400 kg de peso vivo por hectárea, y si cosechamos cada 180 días, se estiman una carga animal de 2.00, 3.39, 2.85, 3.41 y 2.93 UBAs/ha, y al cosechar a los 270 días como se realiza en la actualidad al aplicar los tratamientos

señalados se espera tener una carga animal de 1.34, 2.26, 1.90, 2.27 y 1.95 UBAs/ ha, de esta manera se puede señalar que la fertilización puede mejorar la producción de pastos y consecuentemente la carga animal respectivamente. La producción de biomasa permite mejorar la carga animal siendo importante en la ganadería ya sea de carne, leche o doble propósito (Mayanay, 2004 y Grupo Latino, 2016).

Conclusiones.

- El pasto de gramalote (*Axonopus scoparius*) presento excelentes resultados en su crecimiento y madures fisiológica temprana con la influencia de la fertilización.
- La respuesta de la fertilización en el *Axonopus scoparius* no se registra durante los primeros 30 días, sino a los 75 y 90 días determinándose alturas adecuadas e incluso inflorescencia indicadora fundamental para la cosecha de la gramínea tropical. A los 120 días
- La utilización de 10-30-10 + gallinaza + urea permitió mayor producción de forraje verde por unida de superficie por metro cuadrado y por hectárea por corte, de la misma manera ocurre con la producción de materia seca.
- El manejo del *Axonopus scoparius* y cosechar a los 120 días, permite mejorar la carga animal y esta va reduciendo a medida que la cosecha del pasto va incrementando, más aún cuando se coseche a los 7 meses como se realiza en la actualidad.
- Utilizando fertilizantes orgánicos e inorgánicos, gallinaza + 10-30-10 +urea resulta que es el tratamiento que mayor ganancia se obtuvo en crecimiento y peso por metro cuadrado 4.09 kg/m²; la relación y manteniendo de estos niveles de fertilización se puede decir que obtendríamos una ganancia de 40,937.5 kg /ha de forraje verde cada 4 meses.
- Es indispensable realizar estudios de análisis bromatológicos para fortalecer el conocimiento de los contenidos de fibra y proteína en esta edad de madures fisiológica.

Referencias bibliográficas:

- ANZOALA, H. 2015. Rotación de potreros, herramienta para incrementar la producción. Contexto ganadero. 68.
- ARZUAGA, T. 2012. Establecimiento y manejo de praderas. Recuperado el septiembre de 2017, de FEDEGAN: <https://pt.slideshare.net/timestel/establecimiento-y-manejo-de-praderas>.
- Bernardis, A., Roig, O. 2001. "Respuesta de la fertilización Nitrogenada en la producción y calidad de *Hemarthria altissima*". Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Sec. General de Ciencia y Técnica. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes-Argentina.
- BORRERO, C. (2010). Abonos Organicos. Recuperado el 6 de Septiembre de 2017, de Infoagro: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos_guaviare.htm

- BRAVO, C., RAMÍREZ, A., MARÍN, H., TORRES, B., ALEMÁN, R., TORRES, R., . . .
CHANGOLUISA, D. (2017). Factores asociados a la fertilidad del suelo en diferentes usos de la tierra de la Región Amazónica Ecuatoriana. REDVET, 1-16.
- BUITRAGO, M. T. (27 de 06 de 2017). Experiencia profesional dirigida de Asistencia Técnica para el Mejoramiento de Pasturas en Lecherías especializadas con el Convenio para la provisión de semillas de Forrajes para el Trópico Alto. Recuperado el 09 de 2017, de Repositorio Unad: <http://hdl.handle.net/10596/2752>.
- GOBIERNO AUTÓNOMO PROVINCIAL DE MORONA SANTIAGO (2017). Plan Provincial de Riego y Drenaje de Morona Santiago; Caracterización de los Factores que inciden en el sector de Riego y Drenaje de la Provincia. 162 páginas.
- GONZÁLEZ, R., ANZÚLEZ, A., VERA, A., & RIERA, L. (1997). Manual de Pastos Tropicales para la Amazonía. INIAP, 30.
- GONZÁLEZ et al (1997). “Revista Facultad de Agronomía (Luz). 1997, 14. 417-425 Etdo de Zulai-Venezuela.
10. GRUPO LATINO, 2016. Pastos y Forrajes para ganado. Primera Edición. Colombia. 102 p.
- HERNÁNDEZ, J. E. (2007). Fertilizantes Orgánicos (Estiércoles) En La Producción Del Pasto Maicillo *Axonopus scoparius* Hitch cv. Oliva, Bajo Diferentes Edades De Corte En Época Húmeda, En Tingo. Universidad Nacional Agraria De La Selva Facultad De Zootecnia, 1-83.
- MANAYAY, J., 2004. Fuentes y niveles de material orgánico en el rendimiento de col china (*Brassica sinensis*), en Tingo María. Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 72 p.
- PALACIOS. 2014. Pastos y forrajes tropicales introducidos y experimentados en el alto de mayo. Recuperado el 2018, de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/pastos-forrajes-tropicales-introducidos-t30925.htm>.
- RAMÍREZ, M. A. (2009). Evaluación de tres tipos de Fertilizantes sobre la producción de Biomasa y la calidad Nutricional del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado en cuatro estadios de crecimiento diferentes. Bogotá.
- RENGIFO, F. 2019. Niveles de fertilización nitrogenada y sus efectos en las características agronómicas y de rendimiento del pasto *Axonopus scoparius* (maicillo verde) en Zungarota Loreto. Tesis para optar el título de Ingeniero agrónomo. Iquitos Perú.
- RODRÍGUEZ, Y. 2018. Evaluación nutricional del pasto de corte imperial 60 *Axonopus scoparius* mediante dos métodos de fertilización. Tesis de grado. Universidad Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y medio Ambiente. Boyacá – Colombia.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Arias Alemán, L., Ulloa Ramones, L., & Condo Plaza, L. (2020). Comportamiento agro-productivo del *Axonopus scoparius* frente a niveles de fertilización en el Cantón Morona - Provincia Morona Santiago. *Ciencia Digital*, 4(3), 62-71.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1300>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Nivel de conocimiento y opinión de los prestadores de servicios turísticos sobre el cambio climático y el potencial impacto para el sector en Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua, Ecuador



Level of knowledge and opinion of tourism service providers on climate change and the potential impact for the sector in Baños de Agua Santa, Tungurahua province, Ecuador

Edison Marcelo Salas Castelo.¹ & Sulaya Betsabé Bayancela Delgado.²

Recibido: 11-04-2020 / Revisado: 16-05-2020 / Aceptado: 18-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1302>

This article presents the results of research exploring the link between climate change and the new challenges that the tourist sector of Baños de Agua Santa canton, one of the most visited cities of the Ecuador, could face. This article: i) assesses the level of awareness of tourism service providers on climate change and its possible impacts present and future, and ii) what is the participant opinion of how climate change affects their work and personal life. From 29 February to 2 March 2020, surveys to 80 tourist service providers were applied: 28 hosting service, 24 food and beverage service, 21 operation and intermediation (travel agencies), 6 to tourist transport service and 1 employee of a permanent attraction park. The results indicate that most participants in the survey, owners and / or employees of tourist service companies, are young people

¹ Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación ,Pichincha - Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo – Ecuador, edimar.ec@gmail.com

² Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Chimborazo, Ecuador sulyeco@yahoo.com

who comprise between 18 and 40 years (67.6%); only 42.5% have higher education and 57.5% are men. The level of knowledge about climate change, in their own opinion is low, and that the information survey participants have received on the issue is unclear. Regarding to whether climate change affects their personal lives, 56.3% responded positively and 53.8% consider that the effects of climate change affect the development of their tourism-linked activities. The results of this study suggest the need to implement training plans that provide adequate and contextualized information about climate change and its potential impact on tourism to providers of tourist services in Baños de Agua Santa canton, and start a process planning to adapt the canton's tourist service to face the effects of climate change, improving the resilience of this important sector of the cantonal economy.

Keywords: Baños de Agua Santa, climate change, tourist services, adaptation.

Resumen.

El presente artículo presenta los resultados de la investigación que explora el vínculo entre el cambio climático y los nuevos retos que el sector turístico del cantón Baños de Agua Santa, uno de los más visitados del Ecuador, podría enfrentar. Este artículo: i) evalúa el nivel de conocimiento de los prestadores de servicios turísticos sobre el cambio climático y sus posibles impactos presentes y futuros, y ii) cuál es la percepción acerca de cómo el cambio climático afecta la vida laboral y personal. Del 29 de febrero al 2 de marzo del 2020, se aplicaron 80 encuestas a prestadores de servicios turísticos: 28 a servicio de alojamiento, 24 a servicio de alimentos y bebidas, 21 a operación e intermediación (agencias de viaje), 6 a transporte turístico y 1 trabajador de un parque de atracción estable. Los resultados indican que la mayoría de los participantes en la encuesta, propietarios y/o trabajadores de empresas de servicios turísticos, son jóvenes que comprenden edades entre 18 y 40 años (67,6%); sólo el 42,5% tiene instrucción superior y el 57,5% son hombres. El nivel de conocimiento sobre cambio climático es bajo, y que la información sobre el tema es confusa; en relación si el cambio climático afecta su vida personal, el 56,3% respondió que les afecta y, sobre si los efectos del cambio climático afectan al desarrollo de sus actividades vinculadas al turismo, el 53,8% respondió que les afecta. Los resultados de este estudio sugieren la necesidad de implementar planes de capacitación que proporcionen información adecuada y contextualizada acerca del cambio climático y su potencial impacto sobre el turismo a los prestadores de servicios turísticos del cantón Baños de Agua Santa, así como, iniciar un proceso de planificación para adaptar el turismo del cantón a los efectos del cambio climático, mejorando así la resiliencia de este importante sector de la economía cantonal.

Palabras clave: Baños de Agua Santa, cambio climático, servicios turísticos, adaptación.

Introducción.

El turismo es una de las actividades que más crece a nivel mundial. De acuerdo con la Organización Mundial del Turismo (OMT), el 2018 marcó el noveno año de crecimiento sostenido del turismo a nivel mundial (OMT, 2019). Se estima que en 2030 se superará los 1.800 millones de turistas anuales (OMT, 2015). La actividad turística mundial es la tercera mayor categoría de exportaciones después de la exportación de productos químicos y la de combustibles respectivamente, el turismo genera 5.000 millones de dólares al día (OMT, 2019). En 2018, el número de llegadas de turistas alrededor del mundo alcanzó los 1.400 millones y la suma los ingresos por el turismo internacional y transporte de pasajeros generó 1,7 billones de dólares (OMT, 2019). Existen países cuyos principales ingresos económicos provienen del turismo y, en el caso del Ecuador, el turismo se ha convertido en una de las actividades que más aportan a la economía nacional. Según las cifras oficiales del Ministerio de Turismo (MINTUR) el sector turístico obtuvo un incremento de 11 % en el año 2018 y aerolíneas nuevas como: Spirit, GOL y Laser Airlines permitieron el incremento anual de turistas (Ministerio de Turismo, 2019b). Así, en el 2018 ingresaron 1.471.918 de turistas (Ministerio de Turismo, 2020); asimismo, la inversión, pública y privada realizada para posesionar a nuestro país como un destino turístico importante a nivel mundial ha crecido en los últimos años. Sin embargo, existen factores, como la dinámica turística que dificulta el desarrollo de las actividades turísticas, y en cierto modo pueden ser controlados de una manera sencilla, pero otros tienen su origen en el sistema natural de nuestro planeta como es el caso del clima y las variaciones que éste presenta en el tiempo que han sido provocados por las actividades antrópicas cuyas consecuencias no se pueden controlar como el Cambio Climático, es entonces imprescindible que los diferentes actores del sector turístico, así como la ciudadanía en general, comprendan la amenaza que el cambio climático presenta a la normal realización de sus actividades.

El clima global del planeta se determina por su masa total, su distancia respecto al sol y la composición de su atmósfera (González Elizondo et al., 2003). De acuerdo con los dos primeros factores mencionados, se estima que la temperatura media de la Tierra sería de aproximadamente -18°C (González Elizondo et al., 2003). Sin embargo, la temperatura media de la Tierra es 33°C más alta, es decir, alrededor de 15°C , debido a la presencia en la atmósfera de pequeñas cantidades de vapor de agua (0 – 2 %) y de dióxido de carbono CO_2 (0.03 a 0.04%), la componen también pequeñas cantidades de otros gases como (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles no metánicos (COVNM) y los gases fluorados (HFCs, PFC, SF_6), que absorben parte de las radiaciones térmicas de la superficie terrestre e impiden que

escapen hacia el espacio exterior, constituyendo así el efecto de invernadero natural de nuestro planeta (González Elizondo et al., 2003). La variabilidad climática de la Tierra, por otra parte, está determinada por tres factores: la variación en la concentración de gases de invernadero, actividad solar y actividad volcánica; sin embargo, actividades humanas como consumo de energía, el cambio de uso de suelo, la agricultura, desechos y procesos industriales también alteran el clima (International Panel on Climate Change [IPCC], 2019).

Uno de los principales factores causantes del cambio climático, además de los naturales, es la generación de *gases de efecto invernadero* (GEI) debido a las actividades humanas (IPCC, 2007; Salas y Maldonado, 2019). La acumulación GEI en la atmósfera provoca un incremento del nivel de radiación solar que el planeta retiene, y consecuentemente eleva la temperatura del planeta dando origen a uno de los principales efectos conocido como “calentamiento global” (IPCC, 2019). El desbalance de la concentración de gases en la atmósfera terrestre ocasiona diferentes anomalías climáticas, por ejemplo aumento de precipitaciones en regiones específicas, mientras en otras, hay sequías intensas, una acelerada pérdida de las capas polares y glaciares alrededor del mundo, aumento del nivel de los mares y océanos, entre otros efectos (IPCC, 2019). A su vez, el cambio climático ha incrementado la frecuencia y fuerza de los desastres asociados con el clima (IPCC, 2019). En respuesta a esta evidente amenaza, gobiernos y organizaciones en distintos niveles: mundial, regional y local han generado varios tratados, mecanismos y estrategias para enfrentar la amenaza del cambio climático (Salas y Maldonado, 2019). Estos esfuerzos, en general, tienen dos tipos de objetivos; por un lado están los tratados y mecanismos orientados a la reducción de emisiones de GEI, y por otro lado, los que tienen por objetivo adaptar los sistemas e infraestructura humanos a los efectos, cada vez más dramáticos, del cambio climático (Salas y Maldonado, 2019). Sin embargo, a pesar de los recursos y el tiempo destinado a la generación de planes y mecanismos para enfrentar esta crisis climática global, no ha sido posible alcanzar un compromiso real por parte de muchos gobiernos y sectores de la economía mundial (Salas y Maldonado, 2019).

En Ecuador más del 80% de las emisiones provienen de la pérdida de bosques, agricultura y ganadería, y del cambio del uso del suelo (Zambrano & Barragán, 2014); además, hay evidencia sobre el aumento de la temperatura media de 1960 a 2010 en 1,4°C y en 1998, un incremento significativo de la precipitación ocasionó la sequía en la cordillera de los Andes y fue relacionado con el Fenómeno del Niño (Ministerio del Ambiente [MAE], 2020). Los Nevados de la Cordillera Occidental han perdido 40% de su superficie en medio siglo y entre 1956 y 2014 se registró un retroceso del 38% del casquete del Antisana (MAE, 2018). La alteración del clima tiene una influencia directa sobre la salud, no solo afecta a las poblaciones humanas a causa de desastres naturales, pero también, por la proliferación de patógenos y enfermedades. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (2018), los efectos del cambio climático causarán alrededor de 250.000 muertes adicionales en el

planeta. El aumento de lluvias en algunas regiones puede contribuir a la proliferación organismos vectores de enfermedades. Enfermedades como dengue, paludismo, fiebre amarilla, zika, fiebre chikungunya, entre otras, son dispersadas por insectos vectores (OMS, 2020). El derretimiento de glaciares provocará escasez de agua, y la degradación del suelo reducirá la producción de alimentos que conllevará al aumento de precios. La elevación de la temperatura en los océanos provocará el blanqueamiento del coral, y por lo tanto perderemos el mayor regulador de oxígeno del planeta; además, las intensas sequías producirán la extinción de animales y plantas, sin contar que actividades extractivas como deforestación, petróleo y minería que amenazan aún más a las especies.

La degradación medioambiental, en gran medida, se debe a los intereses consumistas de países desarrollados o de sus empresas multinacionales que necesitan de los recursos naturales del planeta para generar ingentes ingresos económicos, si a esto sumamos la falta de conciencia ambiental, educación y mal manejo de los recursos naturales, el cambio climático amenaza la existencia de todos, a su vez, altera la economía local de ciudades como es el caso de Baños de Agua Santa en Ecuador, cuyos ingresos dependen en gran medida del turismo de naturaleza y aventura.

En este contexto, es importante entender, a través de la investigación, cual es la posición de los actores del sector turístico ante el fenómeno del cambio climático y sus potenciales efectos sobre la actividad turística de diferentes territorios, y en este caso específico del cantón Baños de Agua Santa. En la actualidad, hay una falta de estudios alrededor del tema.

Por tal motivo, en este artículo se evalúa: i) el nivel de conocimiento de los prestadores de servicios turísticos sobre el cambio climático y sus posibles impactos presentes y futuros, y ii) la opinión acerca de cómo el cambio climático afecta la vida laboral y personal. Entender el nivel de conocimiento y las actitudes de los prestadores de servicios turísticos frente al Cambio Climático y sus efectos, contribuirá con la identificación de si existe o no la necesidad de implementar campañas de concientización sobre este importante tema. Este trabajo es de tipo exploratorio y tiene la intención de alentar estudios similares en otras regiones del país.

Metodología.

El presente estudio de tipo aplicado-exploratorio (Creswell, 2009; Perri, 2012) fue realizado en el cantón Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua, Ecuador. El cantón Baños está situado a una altitud de 1.820 m.s.n.m. La precipitación media anual es 1597 mm., la temperatura media anual es 13°, la máxima de 24.9°C y la mínima de 9.4°C, tiene veranos largos y nublados, inviernos cortos, frescos y parcialmente nublados, la humedad media es del 82% (Weather Spark, 2020).

Las actividades turísticas en Baños se relacionan directamente con deportes extremos y turismo de naturaleza. De acuerdo con el Ministerio de Turismo, en el cantón hay 446 prestadores de servicios turísticos: 202 de alimentos y bebidas, 142 de alojamiento, 93 de Operación e Intermediación, 2 de Parques de Atracción Estables, 6 de Transporte Turístico y 1 Centro de Turismo Comunitario (Ministerio de Turismo, 2019a).

La recolección de datos en campo se llevó a cabo del 29 de febrero al 2 de marzo de 2020. Los datos fueron tomados considerando una muestra de 80 personas, con un valor de error del 10% y un intervalo de confianza del 90%.

Cada persona seleccionada representa a un solo prestador de servicios turísticos. La recolección de datos se realizó por medio de una encuesta cuyo cuestionario consta de 18 ítems orientados a obtener información sobre cinco diferentes temas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**); empezando por datos demográficos de los participantes, pasando por información acerca del establecimiento y tipo de servicio turístico que presta, el nivel de conocimiento y opinión sobre el cambio climático y la potencial afectación que este podría causar a sus operaciones. Además, una pregunta sobre si las empresas turísticas tenían algún plan de responsabilidad ambiental fue incorporada al cuestionario.

Tabla 1. Temas abordados con las preguntas formuladas en el cuestionario

Tema	Cantidad
Información demográfica de los participantes	3
Tipo de servicio turístico prestado (de acuerdo con la clasificación del Ministerio de Turismo, 2019)	1
Nivel de conocimiento acerca del cambio climático, sus causas y efectos	5
Probabilidad de ocurrencia del cambio climático en el presente y en el futuro	2
Información y fuentes de información sobre el cambio climático	3
Opinión sobre como el Cambio Climático afecta a las empresas y actividades turísticas	3
Pregunta sobre la existencia de algún programa de responsabilidad ambiental en la empresa	1

Fuente: Elaboración propia.

El cuestionario de la encuesta fue elaborado a partir de otros estudios realizados sobre cambio climático y cambio climático desde la perspectiva turística, realizados en otros países, debido a que en el Ecuador no existen estudios realizados en esta área. Entre los principales trabajos

que sirvieron como contribución para construcción del cuestionario tenemos los siguientes: el estudio de Salas E. M. (2017) que empleó un cuestionario para explorar, entre otras cosas, como el nivel de conocimiento acerca del cambio climático influye sobre las decisiones que los diferentes interesados toman, la investigación de Stokes et al. (2015) que realiza un análisis de la diferencia regional a nivel mundial sobre la percepción de la importancia de los problemas causados del cambio climático. Finalmente, entre los estudios que tratan sobre la influencia del cambio climático que fueron considerados para la construcción de la encuesta se encuentran los de López (2019), Carroll et al. (2019) y Hall (2008).

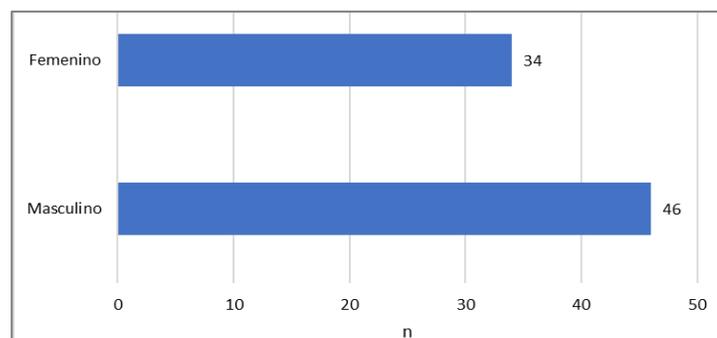
Resultados.

Esta sección presenta los resultados de las encuestas aplicadas a 80 prestadores de servicios turísticos de la ciudad Baños de Agua Santa de la provincia de Tungurahua, Ecuador. El cuestionario de encuesta incluyó preguntas para obtener información demográfica de los participantes, el tipo de establecimiento turístico en el cual trabajan, su nivel de conocimiento sobre el cambio climático y su opinión de como el cambio climático impacta o potencialmente podría impactar a su empresa y sus actividades. También se incluyó una pregunta acerca de si existía algún plan o programa responsabilidad ambiental.

Sexo.

En relación con el sexo, los resultados muestran que 34 participantes, equivalente al 42.5%, pertenecen al sexo femenino; mientras que 46 participantes 57.5% pertenecen al sexo masculino.

Figura 1. Sexo de los participantes



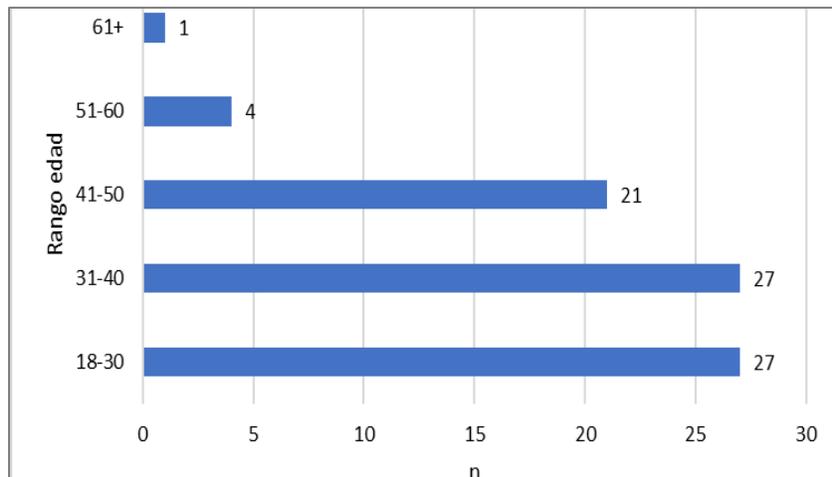
Fuente: Elaboración propia.

Edad.

Los participantes registraron edades que van desde los 18 a 64 años. La variable edad para su análisis fue dividida en 5 categorías y presentó los siguientes resultados: 27 (33,8%)

participantes de 18-30 años, 27 de 31-40 años (33,8%), 21 de 41-50 años (26,3%), 4 de 51-60 años (5%) y un participante (1,3%) de más de 60 años.

Figura 2. Edad de los participantes

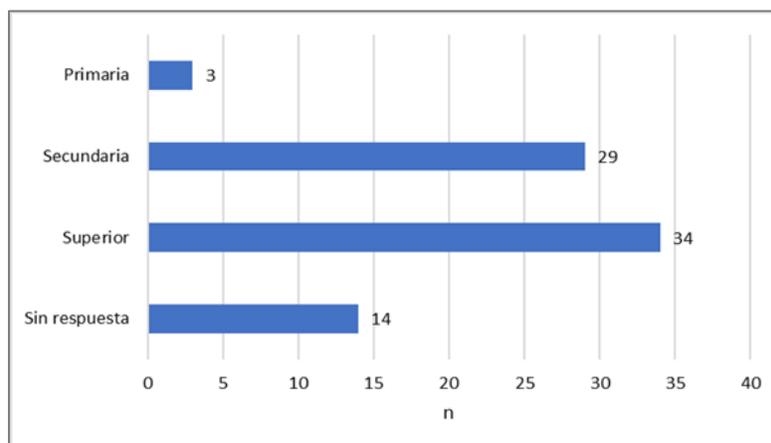


Fuente: Elaboración propia.

Nivel de Instrucción.

En relación con el nivel de instrucción, se encontró que de los 80 participantes en la encuesta, 34 empleados (42,5%) tiene instrucción superior, 29 empleados (36,3%) cuenta con educación secundaria y 3 empleados (3,8 %) tiene educación primaria. Sin embargo, 4 empleados equivalente al 17,5 % prefirieron no responder a esta pregunta.

Figura 3. Nivel de instrucción



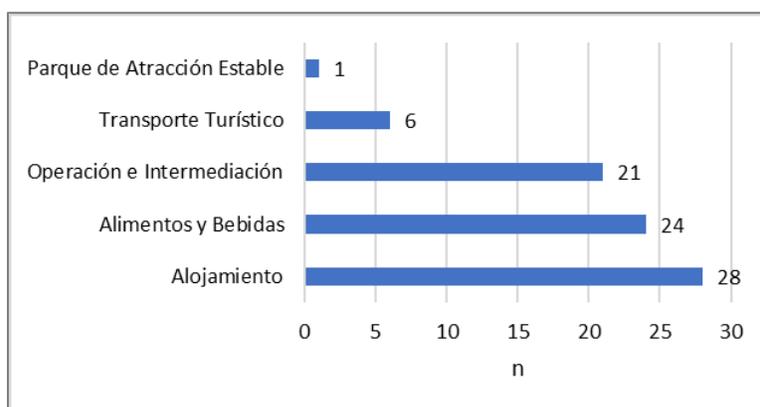
Fuente: Elaboración propia.

Tipo de servicio Turístico.

Además de la información demográfica de los participantes, se recolectó información sobre el tipo de establecimiento turístico en el cual trabajaban. Es importante aclarar que durante la encuesta no se hizo una diferenciación de si los participantes eran empleados, propietarios o socios de la empresa. En el cuestionario, como se explica anteriormente, se incluyó la clasificación de los servicios turísticos del Ministerio de Turismo del Ecuador.

De los participantes encuestados 28 (35%) estaban vinculados al servicio de alojamiento, 24 (30%) al de alimentos y bebidas, 21 (26,3%) a operación e intermediación, 6 a transporte turístico (7,5%) y 1 (1,3%) labora en un parque de atracción estable.

Figura 4. Tipo de Servicio Turístico



Fuente: Elaboración propia.

Luego de obtener información acerca de los participantes y del tipo de servicio turístico al cual estaban vinculados, se procedió con las preguntas sobre el nivel de conocimiento acerca del cambio climático.

Exposición al concepto de cambio climático.

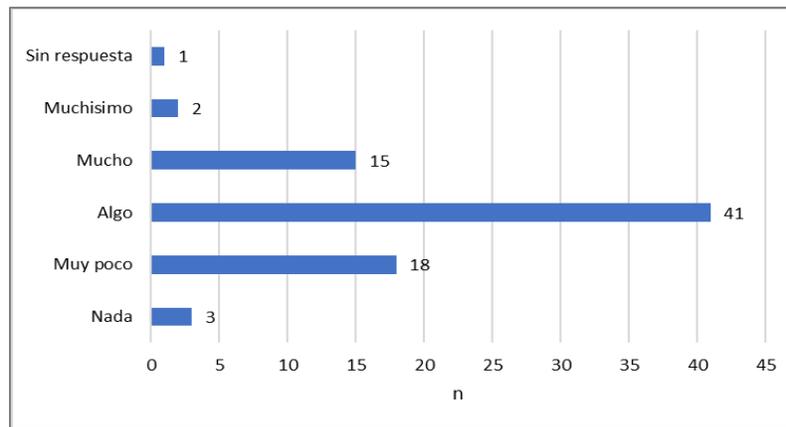
La primera pregunta acerca de este tópico fue si los participantes habían escuchado o no acerca del cambio climático. De los 80 participantes, el 100% expresó que si había escuchado sobre el tema.

Nivel de conocimiento sobre el cambio climático.

El propósito de esta pregunta era investigar sobre cuánto, los participantes conocían a sobre el cambio climático. Para esto se usó una escala de tipo Likert de 5. Los resultados mostraron lo siguiente: de los 80 participantes 41 (52,4%) contestaron que conocían *algo*, 18 (22,5%)

muy poco; 15 (18,8) *mucho*; 3 (3,8%) *nada*, y 2 (2,5%) *muchísimo*. Además, uno de los participantes no contesto a esta pregunta.

Figura 5. Nivel de conocimiento sobre el cambio climático

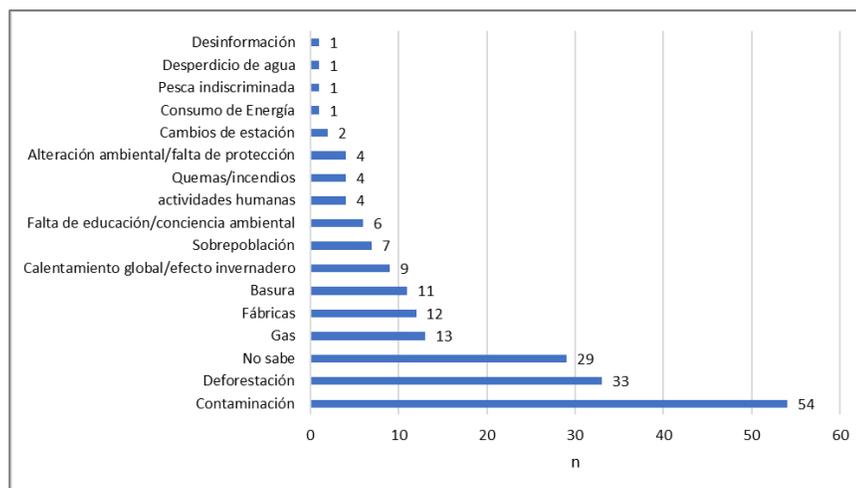


Fuente: Elaboración propia.

Causas del cambio climático.

En la encuesta se incluyó una pregunta para indagar la opinión de los participantes sobre cuáles son las 3 causas principales del cambio climático. Esta pregunta fue abierta, es decir, no se proporcionaron opciones de respuesta. Entre las principales causas mencionadas tenemos *contaminación* que fue mencionada 54 veces, seguida por *deforestación* 33 veces. La respuesta *no sabe* fue la tercera más popular, la cual fue mencionada en 29 ocasiones.

Figura 6. Causas del cambio climático



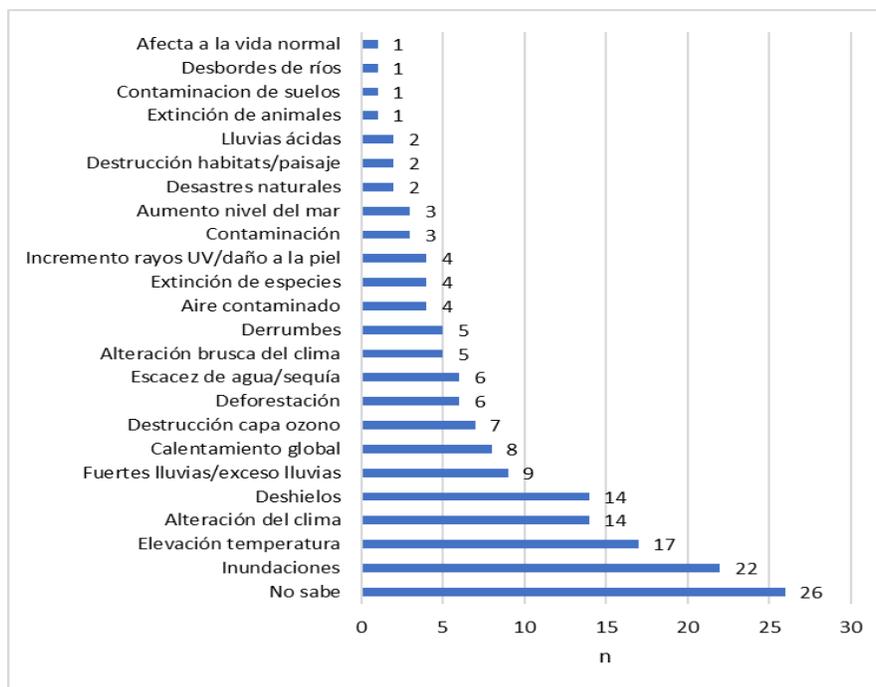
Fuente: Elaboración propia.

Efectos del cambio climático.

Así mismo, la encuesta incluyó una pregunta para indagar la opinión de los participantes sobre cuáles son los 3 efectos principales del cambio climático.

Esta pregunta fue abierta, es decir, no se proporcionaron opciones de respuesta. Curiosamente, la respuesta más popular fue *no sabe* mencionada 29 veces. La segunda respuesta más popular fue *inundaciones* y la tercera *elevación de temperatura*, mencionadas en 22 y 17 ocasiones respectivamente.

Figura 7. Efectos del cambio climático



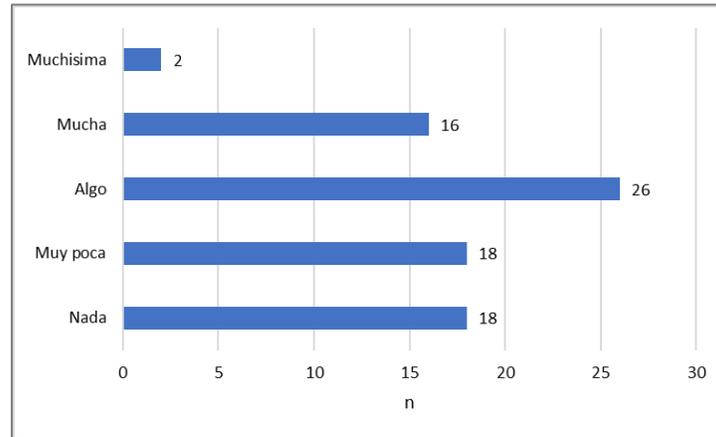
Fuente: Elaboración propia.

Cantidad de Información recibida sobre el cambio climático.

En este estudio también se indagó sobre la cantidad de información recibida acerca del cambio climático. Para el efecto se empleó una pregunta tipo escala de Likert de 5 puntos.

Del total de participantes, 26 (32.5%) mencionaron que habían recibido *algo* de información sobre el cambio climático. Las opciones *nada*, así como *muy poca*, registraron 18 (22.5%) respuestas cada una. Un total de 16 (20%) participantes dijeron que habían recibido *mucha* información, mientras que solo 2 (2.5%) participantes mencionaron que habían recibido *muchísima* información sobre del cambio climático.

Figura 8. Cantidad de información recibida sobre el cambio climático

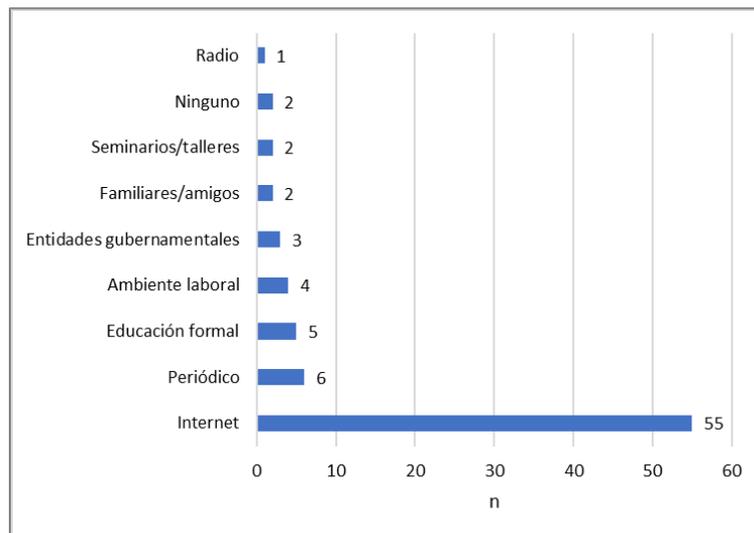


Fuente: Elaboración propia.

Fuentes de Información sobre el cambio climático

Los participantes al ser indagados sobre cuáles eran sus *fuentes de información sobre el cambio climático*, 55 (68.8%) de 80 participantes expresaron que el internet era su principal fuente de información, seguida muy de lejos por 6 (7,5%) participantes que expresaron que el periódico, y 5 (6,2%) mencionaron educación formal como su fuente de información. Las otras respuestas, como se muestra en la figura 9, fueron mencionadas por pocos participantes.

Figura 9. Fuentes de información sobre el cambio climático



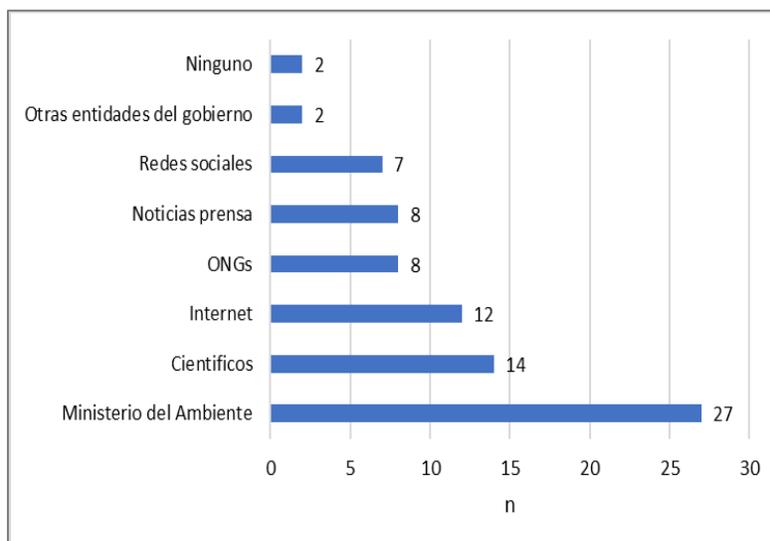
Fuente: Elaboración propia

Fuentes confiables de información

Además de conocer cuáles eran las fuentes de información sobre el cambio climático, en este estudio también se consideró importante saber cuál era la opinión de los participantes sobre que fuentes de información ellos consideraban confiables con respecto al cambio climático.

Las respuestas fueron: Ministerio del Ambiente 27 (33,8%), científicos 14 (17,5%), internet 12 (15%), ONGs y noticias de prensa 8 (10%) por cada uno, redes sociales 7 (8,8%), gobierno y ninguno 2 (2,5%) cada uno.

Figura 10. Fuentes confiables de información



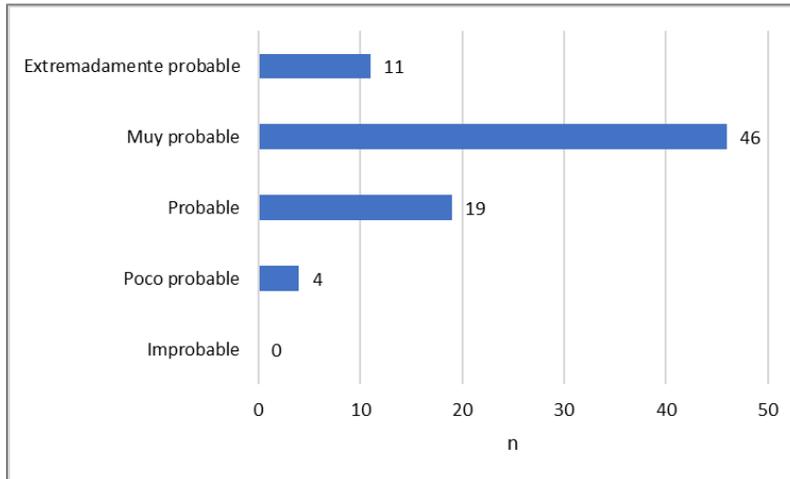
Fuente: Elaboración propia.

Probabilidad de que el cambio climático esté ocurriendo.

Se preguntó a los participantes sobre la probabilidad de que el cambio climático esté ocurriendo. Para el efecto se empleó una pregunta tipo escala de Likert de 5 puntos.

De los 80 participantes, una gran mayoría, 46 (57,5%) respondieron *muy probable*; 19 (23,8%) *probable*; 11 (13,8%) *extremadamente probable*; y, 4 (5%) *poco probable*. En contraste, ninguno de los participantes escogió la opción improbable (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Figura 11. Probabilidad de que el cambio climático este ocurriendo



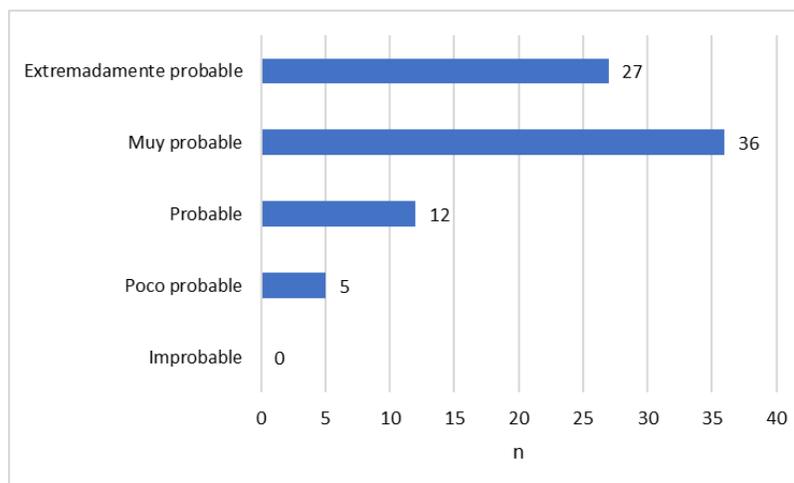
Fuente: Elaboración propia.

Probabilidad de que el cambio climático ocurra en el futuro.

También se preguntó a los participantes sobre la probabilidad de que el cambio climático ocurra en el futuro. Para el efecto se empleó una pregunta tipo escala de Likert de 5 puntos.

De los 80 participantes, 36 (45%) respondieron *muy probable*; 27 (33,8%) *extremadamente probable*; 12 (15%) *probable*; y, 5 (6,2%) *poco probable*. Ninguno de los participantes considero que el cambio climático no ocurrirá en el futuro.

Figura 12. Probabilidad de que el cambio climático ocurra en el futuro



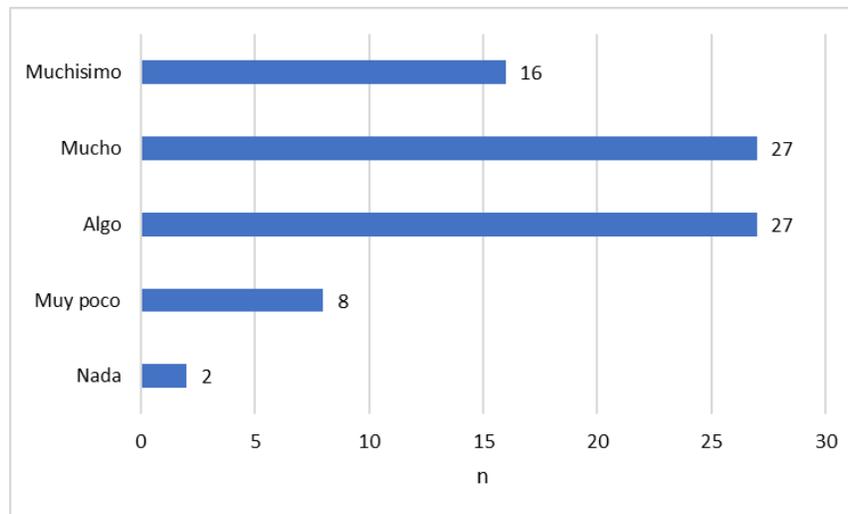
Fuente: Elaboración propia.

Efectos del cambio climático sobre la economía de los trabajadores turísticos.

También se preguntó si los participantes consideraban que el cambio climático los estaba afectando económicamente. Para el efecto se empleó una pregunta tipo escala de Likert de 5 puntos.

De los 80 participantes, 27 (33,8%) respondieron mucho y 27 (33,8%) algo; 16 (20%) muchísimo; 8 (10%) muy poco, y 2 (2,5%) escogieron la opción nada.

Figura 13. Efectos del cambio climático sobre la economía de los trabajadores turísticos



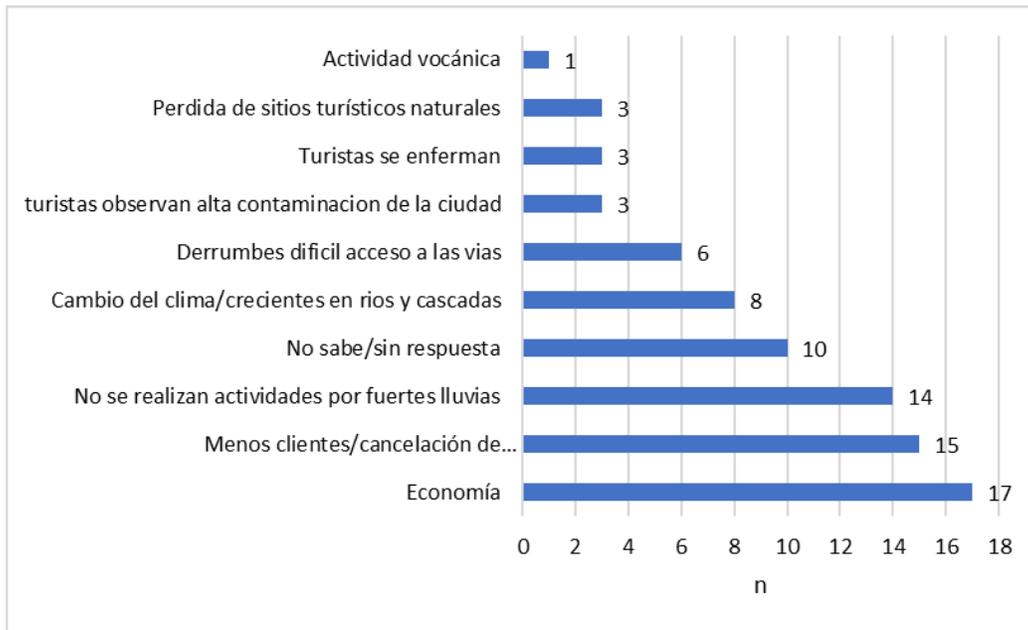
Fuente: Elaboración propia.

Efectos del cambio climático sobre el sector turístico.

Dada la necesidad de entender como el cambio climático podría estar afectando al sector turístico del cantón, se preguntó cómo el cambio climático afecta a los negocios. De los 80 participantes, 17 (21,25%) participantes respondieron que el cambio climático y sus impactos afectan principalmente a la economía de la empresa, 15 (18,8%) coincidieron en que debido al clima reciben menos clientes y que incluso muchos de estos clientes cancelan sus reservas realizadas con anterioridad.

Otra de las respuestas populares escogida por 14 (17,5%) participantes fue que, al existir muchas opciones de turismo de naturaleza y deportes extremos, a causa de las fuertes lluvias no realizan actividades debido al inminente peligro para quienes practican estas actividades.

Figura 14. Efectos del cambio climático sobre el sector turístico

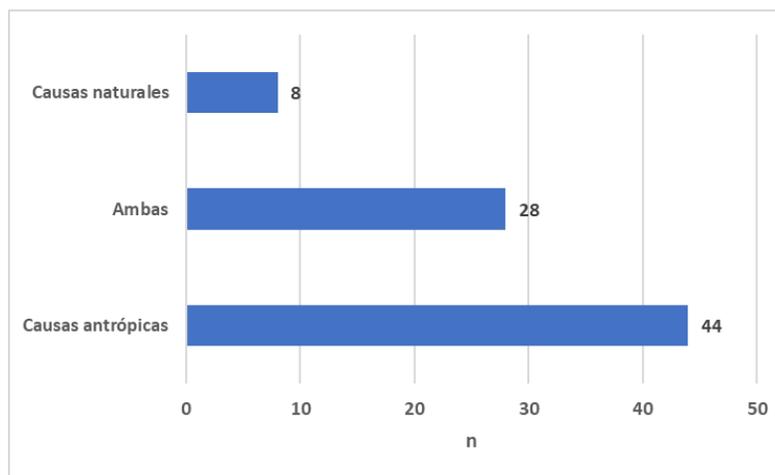


Fuente: Elaboración propia.

El cambio climático responde a causas naturales o antrópicas.

Se preguntó sobre si el cambio climático se debía principalmente a causas naturales o antrópicas o ambas. De los 80 participantes, 44 (55%) respondieron *causas antrópicas*; 28 (35%) *causas antrópicas y naturales*; y, 8 (10%) *causas naturales*.

Figura 15. El cambio climático responde a causas naturales o antrópicas

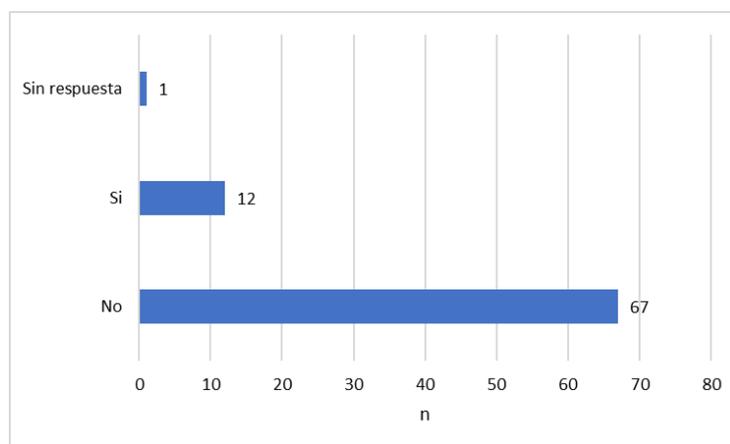


Fuente: Elaboración propia.

Programa Ambiental.

Finalmente, se incluyó una pregunta para saber si la empresa contaba con algún tipo de programa de responsabilidad ambiental. De los 80 participantes, 67 (83,8%) respondieron *no*; 12 (15%) *si*; y, 1 (1,2%) participante no respondió.

Figura 16. Programa de responsabilidad ambiental



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones.

- El presente estudio empleó una encuesta, en la cual participaron 80 personas vinculadas a actividades turísticas. De los encuestados, el 42,5% pertenecían al sexo femenino, mientras que el 57,5 % al sexo masculino. La mayoría, el 65 81% de los participantes, registraron edades entre los 18 a 50 años y 42,5% tienen instrucción superior. El 35% de participantes estaban vinculados al servicio de alojamiento y el 30% al de alimentos y bebidas, 21 (26,3%).
- De los 80 participantes el 100% expresó que había escuchado sobre el Cambio Climático. Este resultado es importante ya que, de acuerdo con la teoría de la difusión de innovaciones propuesta por primera vez por Rogers (1962), la exposición a un concepto es el primer paso para construir conocimiento alrededor del tema. En este mismo contexto, al ser preguntados acerca de cuál era su nivel de conocimiento sobre el cambio climático, el 52,4% contestaron que conocían algo y el 18 (22,5%) muy poco, solo un 3,8% expresó que conocía mucho a cerca del tópico. Cuando se preguntó sobre si el cambio climático se debía principalmente a causas naturales o antrópicas o ambas, más de la mitad de los encuestados (55%) coincidieron que el cambio climático se da principalmente debido a causas antrópicas, mientras que el 35% dijo que se debe tanto a causas antrópicas como naturales, y un 10% contestó

que el cambio climático se debe a causas naturales. También, los encuestados consideraron que entre los factores más importantes causantes del cambio climático, están la contaminación y la deforestación. Frente a la pregunta de cuáles eran los principales efectos del cambio climático, curiosamente el mayor número de encuestados contestaron que no sabían, mientras que inundaciones y elevación de la temperatura fueron las siguientes dos opciones más populares.

- Además de indagar sobre el nivel de conocimiento, también se investigó acerca de la opinión de los participantes de si el cambio climático estaba ya sucediendo, ante este cuestionamiento, de los 80 participantes, una gran mayoría, el 57,5% respondieron que era muy probable que el cambio climático ya esté sucediendo y, en contraste, solo el 5% dijo que era poco probable, mientras que ninguno de los participantes escogió la opción improbable. En la misma línea, se preguntó a los participantes sobre la probabilidad de que el cambio climático ocurra en el futuro próximo, a esto, el 45% respondieron muy probable y un 33,8% extremadamente probable y solo un 6,2% respondió poco probable y ninguno de los participantes considero que el cambio climático no ocurrirá en el futuro.
- El siguiente paso consistió en explorar con que información los participantes construían su opinión y conocimiento sobre el cambio climático. Para esto, se preguntó si habían recibido información sobre el tema. Así, el 32,5% consideraba que había recibido algo de información, mientras que las opciones nada, así como muy poca, registraron 18 (22.5%) respuestas cada una. Esto concuerda con los resultados de la siguiente pregunta, en la cual se cuestionó cual era su principal fuente de información sobre el cambio climático; a esto los participantes el 68.8% respondieron que era el internet, seguida muy de lejos por un 7,5% de participantes quienes dijeron que el periódico era su principal fuente. Esto indica en realidad, la gran mayoría de participantes no habían recibido información, si no que la buscaban activamente en internet. Finalmente, en este tema, se preguntó sobre en qué fuentes confiaban en lo que respecta a información sobre el cambio climático. Ante este cuestionamiento, el 33,8% dijo que confiaban en el Ministerio del Ambiente, un 17,5% dijo en científicos y el 15% en el internet.
- También, este estudio pretendió investigar si los efectos del cambio climático también influyen sobre la economía de los trabajadores del sector turístico. Al ser indagados sobre este tema, de los 80 participantes el 33,8% respondieron que el cambio climático afectaba mucho su economía, de igual manera un 33,8% consideró que el cambio climático le afectaba algo, pero interesantemente también hubo un 2,5% que dijeron que no se veían nada afectados económicamente.

- Otro aspecto abordado en este trabajo de investigación fue acerca de los efectos del cambio climático sobre el sector turístico. De los 80 participantes, 17 (21,25%) participantes respondieron que el cambio climático y sus impactos afectan principalmente a la economía de la empresa, 15 (18,8%) coincidieron en que debido al clima reciben menos clientes y que incluso muchos de estos clientes cancelan sus reservas realizadas con anterioridad. Otra de las respuestas populares escogida por 14 (17,5%) participantes fue que al existir muchas opciones de turismo de naturaleza y deportes extremos, a causa de las fuertes lluvias no realizan actividades debido al inminente peligro para quienes practican estas actividades.
- Finalmente, se incluyó una pregunta para saber si la empresa contaba con algún tipo de programa de responsabilidad ambiental. De los 80 encuestados, el 83,8% respondieron que no existía ningún programa mientras que el 15% dijo que si y, 1 participante correspondiente al 1,2% no respondió.
- En general, los resultados de esta investigación demuestran que existe un relativamente bajo nivel de conocimiento sobre el cambio climático entre las personas vinculadas a los servicios turísticos del cantón Baños de Agua Santa, esto se debe en gran parte a la falta de información que sea distribuida por medio de canales oficiales y la educación formal, ya que la mayoría de los participantes acceden a información en el internet, la cual muchas veces no es precisa ni contextualizada. También, a opinión de los participantes, existe un impacto del cambio climático sobre sus economías y la economía de las empresas que trabajan en este importante sector de la economía.
- Por todo lo expuesto, se hace necesario replicar estudios como el presente a lo largo de nuestro país, y, crear estrategias para preparar al sector turístico y sus actores para hacer frente a los nuevos retos que del cambio climático presenta, logrando así un sector turístico más resiliente.

Nos gustaría agradecer especialmente a Dean Guevara por la colaboración en la encuesta aplicada a los prestadores de turismo del cantón Baños de Agua Santa.

Referencias Bibliográficas.

- Carroll, J., Brennan, A., Huff, A., & Thornburg, M. K. (2019). Effects of Climate Change on Tourism in the Mid-Atlantic. *Journal of Tourism Insights*, 9(1), 1.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (3rd ed.). Los Angeles: SAGE Publications, Inc.

- González Elizondo, M., Jurado Ybarra, E., González Elizondo, S., Aguirre Calderón, Ó. A., Jiménez Pérez, J., & Nívar Cháidez, J. d. J. (2003). Cambio climático mundial: origen y consecuencias. *Ciencia uanl*, 6(3).
- Hall, C. M. (2008). Tourism and climate change: Knowledge gaps and issues. *Tourism Recreation Research*, 33(3), 339-350.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 7-22. Retrieved from <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-spm.pdf>
- International Panel on Climate Change. (2019). *Land: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. 2019*. Paper presented at the The approved Summary for Policymakers (SPM) was presented at a press conference on.
- López, A. M. (2019). Cambio climático y actividad turística en los espacios urbanos del interior de España: impactos sobre el modelo de aptitud climático-turística de León, Granada y Madrid. *Investigaciones geográficas*(72), 53-73.
- Ministerio de Turismo. (2019a). *Catastro Turístico Nacional*. Retrieved from Ecuador: <https://servicios.turismo.gob.ec/index.php/30-servicios-mintur/104-catastro-turistico>
- Ministerio de Turismo. (2019b). *Rendición de Cuentas 2018*. Retrieved from <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2019/02/Informe-Rendici%C3%B3n-de-Cuentas-2018-MINTUR.pdf>
- Ministerio de Turismo. (2020). *Turismo en Cifras*. Retrieved from <https://servicios.turismo.gob.ec/turismo-cifras>
- Ministerio del Ambiente. (2018). *Datos para monitorear la adaptación y mitigación al cambio climático. Reunión de la Red Regional de Información Ambiental (RRIA) de América Latina 2018*. Retrieved from http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/DISE/RRIA_2018_presentaciones/4.1%20Cambio%20Climatico_Monitoreo_Ecuador.pdf

- Ministerio del Ambiente. (2020). *Gestión del cambio climático en Ecuador. Taller lanzamiento Cuarta Comunicación Nacional (4CN) y Segundo Informe Bienal de Actualización (2BUR)*. Quito, Ecuador
- Organización Mundial de la Salud. (2018). Cambio climático y salud. Retrieved from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cambio-clim%C3%A1tico-y-salud>
- Organización Mundial de la Salud. (2020). Enfermedades transmitidas por vectores. Retrieved from <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>
- Organización Mundial del Turismo. (2015). *Panorama OMT del Turismo Internacional*. Retrieved from <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284416875#:~:text=Seg%C3%BAAn%20las%20previsiones%20a%20largo,hasta%20alcanzar%20los%201.800%20millones.>
- Organización Mundial del Turismo. (2019). *Panorama del Turismo Internacional*. Retrieved from <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284421237>
- Perri, C. B. (2012). Methodology and Social Science Knowledge. In *Principles of Methodology: Research Design in Social Science*. (pp. 25-38). London: SAGE Publications Ltd.
- Rogers, E. M. (1962). *Diffusion of innovations*. New York, N.Y.: Free Press of Glencoe.
- Salas, E. M. (2017). *The role of factors that influence the adoption of the Australian Carbon Farming Initiative-Emissions Reduction Fund: a mixed methods study*. (Doctor of Philosophy). James Cook University, Retrieved from <https://researchonline.jcu.edu.au/51804/6/51804-salas-castelo-2017-thesis.pdf> (51804)
- Salas, E. M., & Maldonado, E. S. (2019). *Breve historia de la ciencia del cambio climático y la respuesta política global: un análisis contextual*. Paper presented at the VI Congreso Internacional de la Ciencia, Tecnología, Emprendimiento e Innovación, Riobamba, Ecuador. <http://cimogsys.esPOCH.edu.ec/direccion-publicaciones/public/pdf/VI%20CONGRESO%20INTERNACIONAL%20DE%20LA%20CIENCIA%20TECNOLOGIA%20EMPREDIMIENTO%20E%20INNOVACION.pdf>
- Stokes, B., Wike, R., & Carle, J. (2015). Global concern about climate change, broad support for limiting emissions. *Pew Research Center*, 5.

Weather Spark. (2020). El clima promedio en Baños Ecuador. Retrieved from <https://es.weatherspark.com/y/20026/Clima-promedio-en-Ba%C3%B1os-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Zambrano, C., & Barragán, L. (2014, Marzo). Artículo Amazonía y Cambio Climático. La Amazonía es el mayor depósito de carbono del planeta. *Ecuador Terra Incognita*, 88, 10-19.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Salas Castelo, E. M., & Bayancela Delgado, S. B. (2020). Nivel de conocimiento y opinión de los prestadores de servicios turísticos sobre el cambio climático y el potencial impacto para el sector en Baños de Agua Santa, provincia de Tungurahua, Ecuador. *Ciencia Digital*, 4(3), 72-94. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1302>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Síntesis de PIRIDIL-tolanos mediante un acoplamiento de sonogashira asistido por microondas



Synthesis of piridil-acetilene through a coupling of sonogashira assisted by microwaves

Linda Mariuxi Flores Fiallos.¹ Cristina Nataly Villegas Freire.² & María Augusta Guadalupe Alcoser.³

Recibido: 12-04-2020 / Revisado: 17-05-2020 / Aceptado: 20-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1303>

The use of the microwave in organic synthesis to obtain pyridyl tolans has been bet, since it is capable of providing enough energy in such a way that it is possible to cross a certain energy barrier, its use provides a decrease in the reaction time resulting in high performance products in which it was possible to limit the purification processes. Thus, in the present work, the synthesis of palladium-catalyzed pyridyl-tolanos was carried out by means of a microwave-assisted Sonogashira coupling. The purification of the synthesized compounds was carried out by flash column chromatography using silica gel 60 GF254 with a positive pressure of nitrogen and with solvents suitable for the removal of undesirable inorganic matter (Cu residues). The characterization was made using Nuclear Magnetic Resonance of both Hydrogen and Carbon, in order to demonstrate the presence of the triple bond formed with the Sonogashira coupling. Nuclear Magnetic Resonance Spectra were recorded on a Bruker AMX-300 spectrophotometer equipped with a 5mm reverse multinuclear probe, using CDCl₃ as the solvent. As a result, 2-pyridyl-tolane, 3-pyridyl-tolane and 4-pyridyl-tolane were obtained, which were synthesized with acceptable yields of 71, 73 and 78% respectively.

Keywords: Organometallic, coupling, Sonogashira, microwave.

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias; Escuela de Ingeniería Química, Chimborazo – Ecuador, linda.flores@epoch.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal Chimborazo – Ecuador, cvillegas@epoch.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Proyecto registrado en el Instituto de Investigaciones de la ESPOCH Chimborazo – Ecuador, ma.augusta.guadalupe@gmail.com

Resumen.

Se ha apostado al uso del microondas en la síntesis orgánica para la obtención de piridil tolanos, ya que es capaz de proporcionar suficiente energía de tal manera que es posible cruzar cierta barrera energética, su uso proporciona una disminución en el tiempo de reacción teniendo como resultado productos de rendimiento alto en los cuales fue posible limitar los procesos de purificación. Es así que en el presente trabajo se realizó la síntesis de piridil-tolanos catalizadas por paladio mediante un acoplamiento de Sonogashira asistido por microondas. La purificación de los compuestos sintetizados se realizó mediante cromatografía en columna ultrarrápida utilizando gel de sílice 60 GF254 con una presión positiva de nitrógeno y con disolventes adecuados para la remoción de materia inorgánica indeseable (residuos de Cu). La caracterización se realizó mediante Resonancia Magnética Nuclear tanto de Hidrógeno como Carbono, para poder evidenciar así la presencia del triple enlace formado con el acoplamiento de Sonogashira. Se registraron s espectros de Resonancia Magnética Nuclear en un espectrofotómetro Bruker AMX-300 equipado con una sonda multinuclear inversa de 5mm, utilizando CDCl₃ como disolvente. como resultado se obtuvieron el 2- piridil-tolano, 3-piridil-tolano y el 4-piridil-tolano, que fueron sintetizados con rendimientos aceptables del 71, 73 y 78% respectivamente.

Palabras clave: Organometálica, acoplamiento, Sonogashira, microondas.

Introducción.

El Debido a las propiedades de emisión de calor por parte del microondas se ha convertido en una alternativa valiosa en la síntesis de compuestos orgánicos, polímeros, materiales inorgánicos y nanomateriales (Kappe, *Controlled Microwave Heating in Modern Organic Synthesis*, 2004). Múltiples innovaciones importantes en el campo de la química asistida por microondas hoy en día permiten a los químicos preparar materiales catalíticos o nanomateriales y moléculas orgánicas deseadas, de forma selectiva, con rendimientos casi cuantitativos y con mayor precisión que utilizando el calentamiento convencional (Polshettiwar & Varma, 2008). Al controlar los diversos parámetros específicos de microondas como temperatura, presión y rampa de temperatura, así como la correcta elección de los disolventes, los investigadores ahora pueden pasar a la próxima generación de diseño y desarrollo de nanomateriales avanzados (Kappe, Pieber, & Dallinger, *Microwave effects in organic synthesis: Myth or reality?*, 2013).

En busca de solucionar los problemas que la industria enfrenta en síntesis convencional, múltiples investigadores trabajan en el diseño de nuevas técnicas, actualmente se han desarrollado síntesis de polímeros en microondas, usando tecnología supercrítica, o por extrusión reactiva, como alternativa a las técnicas convencionales.

La síntesis de polímeros que se encuentra en vía de desarrollo es la síntesis de polímeros asistida por microondas, que en un conjunto de trabajos realizados ha demostrado reducir

considerablemente los tiempos de reacción, lo que supone costos energéticos más bajos, sistemas de reacción más seguros y mayor rendimiento en las reacciones (Garro, Jiménez, & Vega, 2013). La fuente de calentamiento de microondas acelera las reacciones de policondensación (Mazo, Rios, & Restrepo, 2011), incluso un estudio realizado, en el que se sintetiza polímeros tribloque demuestra que la técnica de irradiación de microondas fue más rápida que una síntesis en la cual se utilizó un disolvente supercrítico dióxido de carbono supercrítico (scCO₂) (Kamali, Khodaverdi, & Hadizadeh, 2018).

La síntesis asistida por microondas cumple las expectativas de ser una práctica de síntesis rápida. Desde los primeros informes en 1986, (Gedye, y otros, 1986) (Giguere, Bray, Duncan, & Majetich, 1986), su uso ha sido importante en todo tipo de síntesis orgánica incluso en aquellas reacciones sin la presencia de disolvente o aquellas que emplean como disolvente agua (Gawande, Bonifacio, & Luque, 2012). Aunque existe la controversia acerca de los “efectos no térmicos de emulación sobre el uso del microondas” (Dudley, Stiegman, & Rosana, 2013), estudios realizados por Kappe ha demostrado que dichos efectos no existen (Kappe, *Controlled Microwave Heating in Modern Organic Synthesis*, 2004).

Las reacciones asistidas por microondas dependen tanto de la capacidad de la reacción para absorber energía y la elección del disolvente (alta absorción $\tan \sigma > 0.5$, medio $0.1 < \tan \sigma < 0.5$ y baja absorción $\tan \sigma < 0.1$) (Gabriel, Gabriel, Grant, Halstead, & Mingos, 1998).

Actualmente el microondas es muy utilizado en reacciones de tipo organometálicas como es el caso de la reacción de Sonogashira, la cual data del año 1975 siendo un acoplamiento entre acetilenos terminales con haluros de arilo o vinilo para dar lugar alquilo- y arilacetilenos así como eninos conjugados (Sonogashira, 2003). Se conoce que esta reacción fue estudiada de manera independiente por los grupos de Cassar (Cassar, 1975), Heck (Dick & Heck, 1975) y Sonogashira (Sonogashira, 2003).

Se conoce que dicha reacción necesita de la presencia de un co-catalizador de cobre ya que favorece al homoacoplamiento del alquino terminal (Sonogashira, 2003), en donde las condiciones de reacción varían dependiendo de los alquinos, haluros y bases utilizadas. El mecanismo llamado el ciclo del Paladio consiste en la formación de dos ciclos independientes en donde uno de ellos típicamente corresponde a la formación de enlaces C-C mediante una adición oxidante, transmetalación y oxidación reductora, en el segundo ciclo la amina juega un papel importante ya que es el precursor para la obtención del pre-catalizador de Pd(0) (Bertus, Fecourt, Bauder, & Pale, 2004).

A parte del catalizador de paladio en la reacción de Sonogashira también debe estar presente ligantes a base de fósforo, con una pequeña cantidad catalítica de cobre (Cu(I)) y un exceso de una amina. Dentro de los ligantes fosfóricos más utilizados se encuentran el cloruro de bis (trifenilfosfina) paladio (II), 1,2-bis(difenilfosfina) etano (Hopkins & Collar, 2004), debido a que por la riqueza electrónica presentes en estos ligantes favorece al paso limitante de la reacción es decir a la adición oxidativa.

Mediante el acoplamiento de Sonogashira se han podido obtener: polímeros (Paresh, 2010), cristales líquidos (Nguyen, Horton, Hursthouse, Legon, & Bruce, 2004), nuevos materiales supramoleculares con usos electrónicos (Gou, Chipara, & Zaleski, 2007).

Con los antecedentes ya descritos el presente trabajo tiene como objetivo Sintetizar los N-Hetero-Tolanos mediante un acoplamiento de Sonogashira a partir del 1-etinil-4-pentilfenilo y las respectivas yodo y bromo piridinas asistido por microondas, el método utilizado para la purificación fue la cromatografía en columna debido a su alta eficacia cuyo éxito radica en la elección adecuada de solventes para separar la fase móvil (materia inorgánica) de la fase estacionaria (materia orgánica), los productos fueron caracterizados por Resonancia Magnética Nuclear Carbono e Hidrógeno, técnica que permitió identificar la formación del triple enlace teniendo como resultado estructuras coloidales con características sólidas aportada por los aromáticos y líquida aportada por la cadena alquílica.

Es importante la elección de disolventes deuterados, para registrar el espectro de una muestra por RMN se prepara una disolución en un disolvente adecuado. Antes se usaba tetracloruro de carbono, puesto que no tiene átomos de hidrógeno que pudieran dar señal en RMN. Desafortunadamente el CCl_4 es un mal disolvente para muchos compuestos polares y además es tóxico.

Actualmente se emplean disolventes marcados con deuterio, tales como chloroform-d (DCCl_3), benzene-d₆ (C_6D_6), acetone-d₆ (CD_3COCD_3) y DMSO-d₆ (CD_3SOCD_3). Puesto que el deuterio tiene diferente momento magnético que el hidrógeno, no da señal cuando se registra un espectro de RMN ajustado al protón.

Materiales y Métodos.

Los compuestos utilizados para realizar la síntesis no tuvieron una previa purificación y fueron adquiridos de las siguientes casas comerciales Sigma Aldrich, Johnson Matthey, VWR.

La manipulación de todos los compuestos sensibles al aire y / o al agua se llevó a cabo usando técnicas estándar de atmósfera inerte (Bunge, y otros, 2003). Todos los productos químicos se usaron como se recibieron de fuentes comerciales sin más purificación. Se usaron solventes anhidros como se recibieron de fuentes comerciales. La cromatografía en capa fina analítica (TLC) se llevó a cabo en placas de gel de sílice con respaldo de aluminio Merck® 60 GF254 y la visualización, cuando se requirió, se logró usando luz UV o I₂. La cromatografía en columna ultrarrápida se realizó en gel de sílice 60 GF254 usando una presión positiva de nitrógeno con el sistema disolvente indicado. Cuando se usaron mezclas de disolventes, las relaciones se informan por volumen. Los espectros de resonancia magnética nuclear se registraron en espectrómetros de 400 MHz a temperatura ambiente de la sonda. Los desplazamientos químicos para los espectros de ¹H RMN se registran en partes por millón a partir de tetrametilsilano con la resonancia del disolvente como patrón interno (cloroformo: $\delta = 7,26$ ppm). Los espectros de ¹³C NMR se

registraron con desacoplamiento de protones completo. Los desplazamientos químicos se informan en partes por millón a partir de tetrametilsilano con la resonancia del disolvente como patrón interno ($^{13}\text{CDCl}_3$: 77.16 ppm).

Los espectros de Resonancia Magnética Nuclear fueron registrados en un espectrofotómetro Bruker AMX-300 equipado con una sonda multinuclear inversa de 5mm, utilizando CDCl_3 como disolvente. Dicho equipo permite realizar experimentos con gradientes de campo magnéticos y detectar las señales de prácticamente todos los núcleos sensibles a la Resonancia Magnética Nuclear.

Resultados y Discusión.

Para la optimización de la reacción se examinó disolventes bases y condiciones para el calentamiento por microondas. El disolvente fue escogido según la capacidad que tuvo para convertir la energía del microondas en calor, el cual está determinado por la llamada pérdida de tangente (σ), como se puede evidenciar en la tabla 1 (Paresh, 2010), por lo que se determinó que el mejor disolvente a utilizar fue el Tetrahidrofurano (THF) ya que se encuentra dentro de los mejores parámetros para ser utilizado en el microondas. El tiempo total de reacción para la síntesis de los productos deseados fue de 2 horas para cada uno, mientras que la misma síntesis mediante métodos convencionales resultó un tiempo total de tres días, con rendimientos inferiores al 30% evidenciando un consumo mínimo de reactivo, y un mayor consumo de disolventes utilizados para separar la fase móvil de la fase estacionaria implicados en la purificación tanto de cromatografía en columna y cromatografía en capa fina.

En cuanto al catalizador se decidió aplicar 3.5% en moles de paladio para todos los acoplamientos de Sonogashira para asegurar conversiones máximas y reacciones rápidas.

Se ha sintetizado y caracterizado, tres compuestos de Piridil Tolanos: 2-Piridil-Tolano, 3-Piridil-Tolano y 4-Piridil-Tolano; mismos que fueron sintetizados mediante reacciones de acoplamiento de Sonogashira, acoplamiento del terminal fenílico (1-etinil-4-pentilbenceno) con las yodo y bromo-piridinas tal como lo muestra el esquema 1.

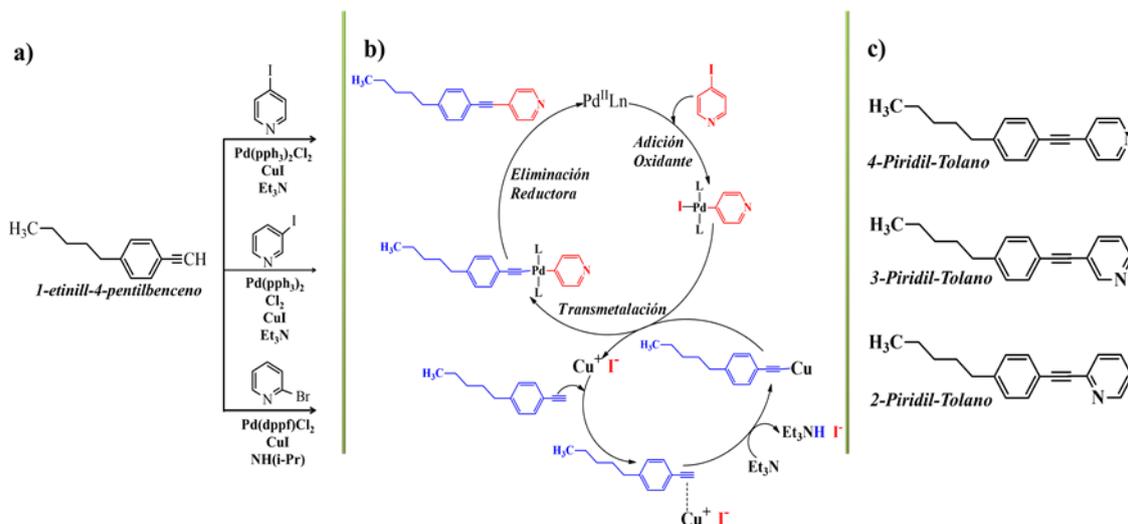
Tabla 1. Tangentes de pérdida de disolvente en reacciones asistidas por microondas

SOLVENTE	tan σ	SOLVENTE	tan σ
Etilenglicol	1.350	1,2-dicloroetano	0.127
Etanol	0.941	Agua	0.123
Dimetilsulfóxido (DMSO)	0.825	Cloroformo	0.091
Metanol	0.659	Acetonitrilo	0.062
1,2-diclorobenceno	0.280	Tetrahidrofurano	0.047

N-metil-2-pirrolidona	0.275	Diclorometano	0.042
Ácido acético	0.174	Tolueno	0.040
Dimetilformamida (DMF)	0.161	Hexano	0.020

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Síntesis de N-Hetero-Tolanos.



a) Condiciones de Rx; b) Acoplamiento de Sonogashira; c) Productos obtenidos.

Fuente: Elaboración propia.

Síntesis del 3 y 4-Piridil-Tolano: En un tubo Schlenk, se disolvió 1-etinil-4-pentilbenceno (0,6 ml, 3,1 mmol) en una mezcla de Tetrahidrofurano (THF) seco (2 ml) y trietilamina (2 ml) y la solución se desgasificó mediante tres ciclos de congelación-descongelación antes de purgar con argón. Después se añadieron 4-yodopiridina o 3-yodopiridina (454 mg, 2,2 mmol), cloruro de bis (trifenilfosfina) paladio (II) (78 mg, 0,11 mmol) y yoduro de cobre (I) (42 mg, 0,22 mmol) a la solución, luego se colocó en el microondas durante 2 horas. La mezcla se diluyó a continuación con CH₂Cl₂ (100 ml) y se lavó con agua (100 ml), NH₄Cl acuoso saturado (100 ml) y salmuera (100 ml). La capa orgánica se secó sobre MgSO₄ anhidro y los disolventes se eliminaron por evaporación rotatoria. El producto bruto fue purificado adicionalmente por cromatografía ultrarrápida (SiO₂, CHCl₃ y luego CHCl₃ con 1% de metanol).

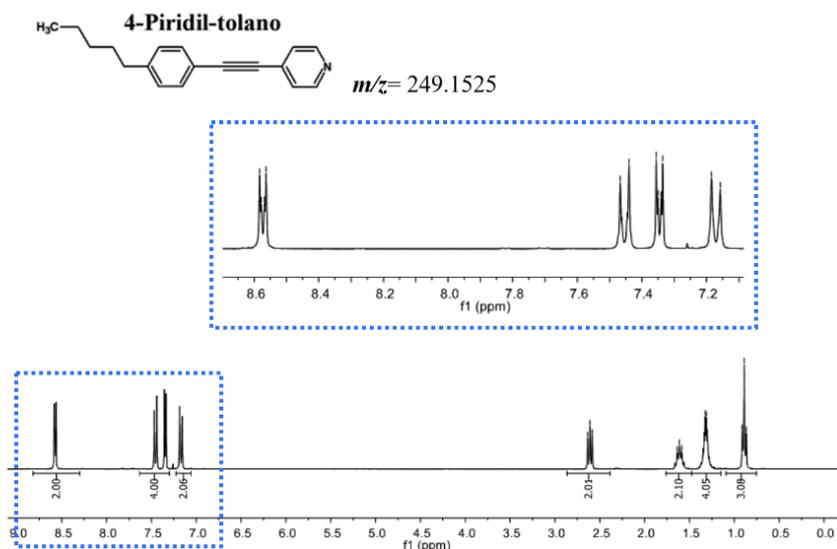
En la figura 1 se indica la Resonancia Magnética Nuclear ¹H-RMN (400 MHz, CDCl₃) en el cual se evidencia los siguientes resultados:

El compuesto 4-Piridil-Tolano se aisló como un sólido marrón. Rendimiento: 374 mg (68%). ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃) δH8.58 (dd, J = 4.5, 1.5 Hz, 2H), 7.47 (d, J = 8.1

Hz, 2H), 7.36 (dd, J = 4.5, 1.5 Hz, 2H), 7.19 (d, J = 8.1 Hz, 2H), 2.61 (t, J = 7.5 Hz, 2H), 1.61 (quint, J = 7.5 Hz, 2H), 1.31 (m, 4H), 0.89 (t, J = 6.8 Hz, 3H); (Figura 1)

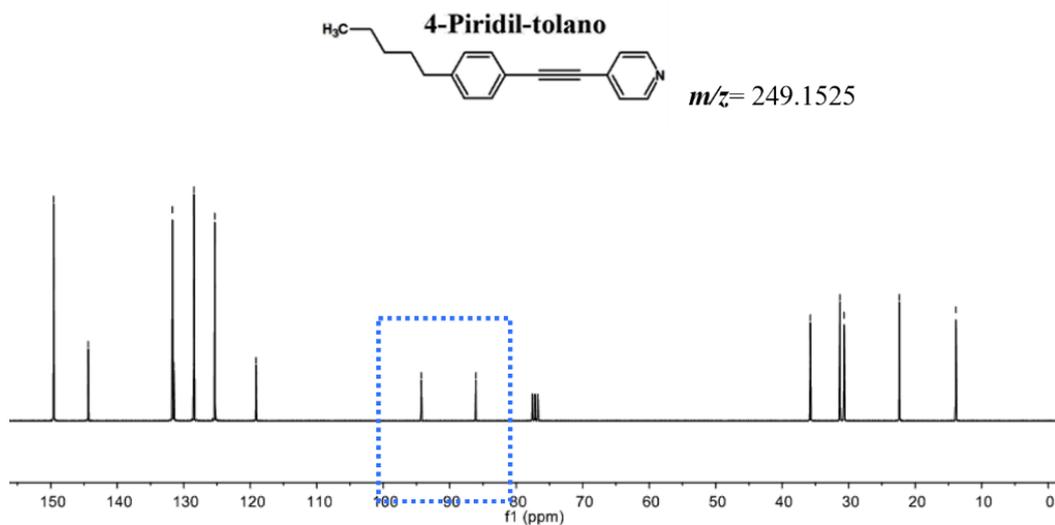
¹³C NMR (100 MHz, CDCl₃) δC149.56, 144.37, 131.70, 131.51, 128.46, 125.32, 119.13, 94.28, 86.08, 35.77, 31.30, 30.70, 22.38, 13.89. (Figura 2)

Figura 2. Resonancia Magnética Nuclear ¹H-RMN (400 MHz, CDCl₃)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Resonancia Magnética Nuclear ¹³C (400 MHz, CDCl₃)



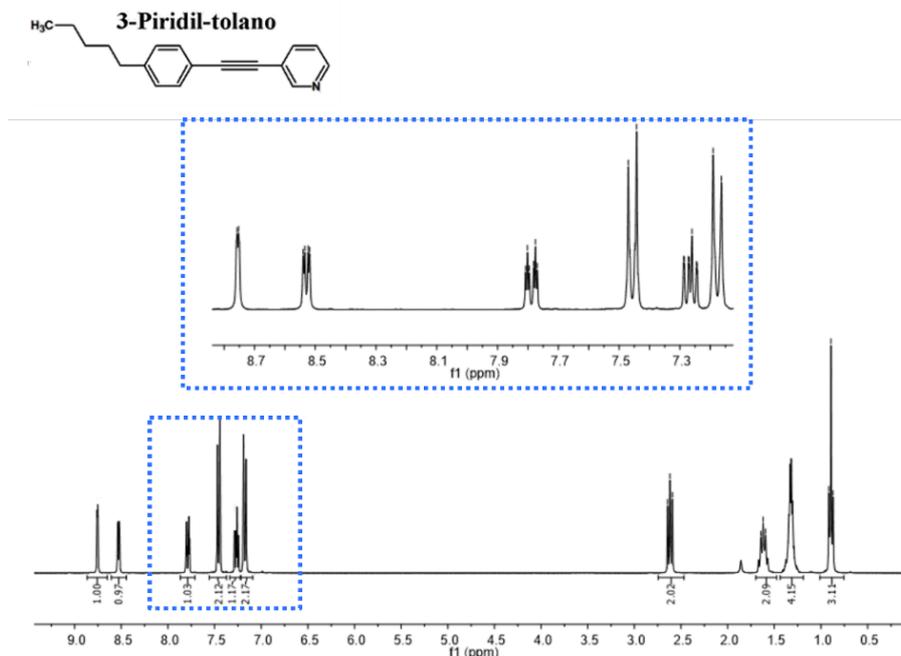
Fuente: Elaboración propia.

El compuesto 3-Piridil-Tolano se aisló como un aceite marrón. Rendimiento: 402 mg (73%). ¹H NMR (400 MHz, CDCl₃) δH8.76 (dd, J = 1.3, 1H), 8.54 (dd, J = 4.9, 1.7 Hz, 1H), 7.81 (dt, J = 7.9, 1.7, 1.3Hz, 1H), 7.47 (d, J = 8.3 Hz, 2H), 7.29 (td, J = 7.9, 4.9, 0.8

Hz,1H),7.19 (d, J = 8.3 Hz, 2H), 2.62 (t, J = 7.3 Hz, 2H), 1.62 (quint, J = 7.3 Hz, 2H), 1.31 (m, 4H), 0.89 (t, J = 6.9 Hz, 3H). (Figura 3)

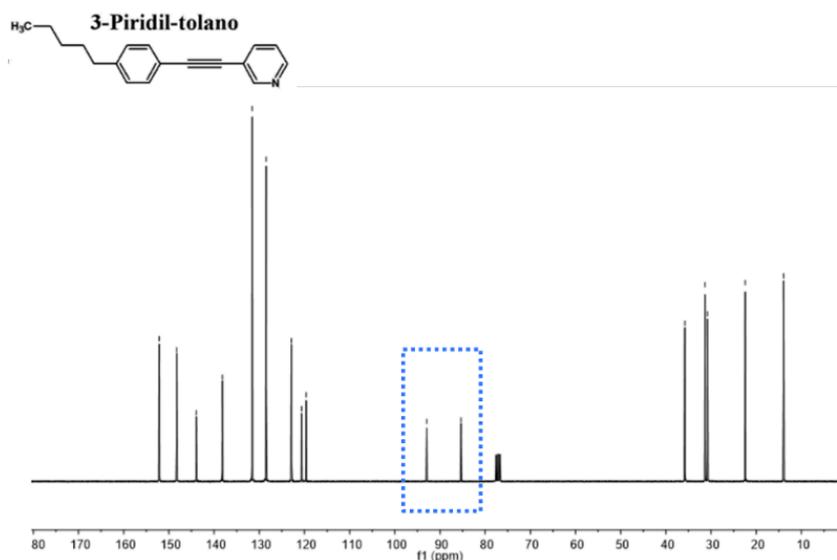
^{13}C NMR (100 MHz, CDCl_3) δC 152.13, 148.27, 143.94, 138.17, 131.55, 128.48, 122.87, 120.62, 119.62, 92.93, 85.33, 35.81, 31.36, 30.79, 22.45, 13.95. (Figura 4)

Figura 4. Resonancia Magnética Nuclear ^1H -RMN (400 MHz, CDCl_3)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Resonancia Magnética Nuclear ^{13}C (400 MHz, CDCl_3)



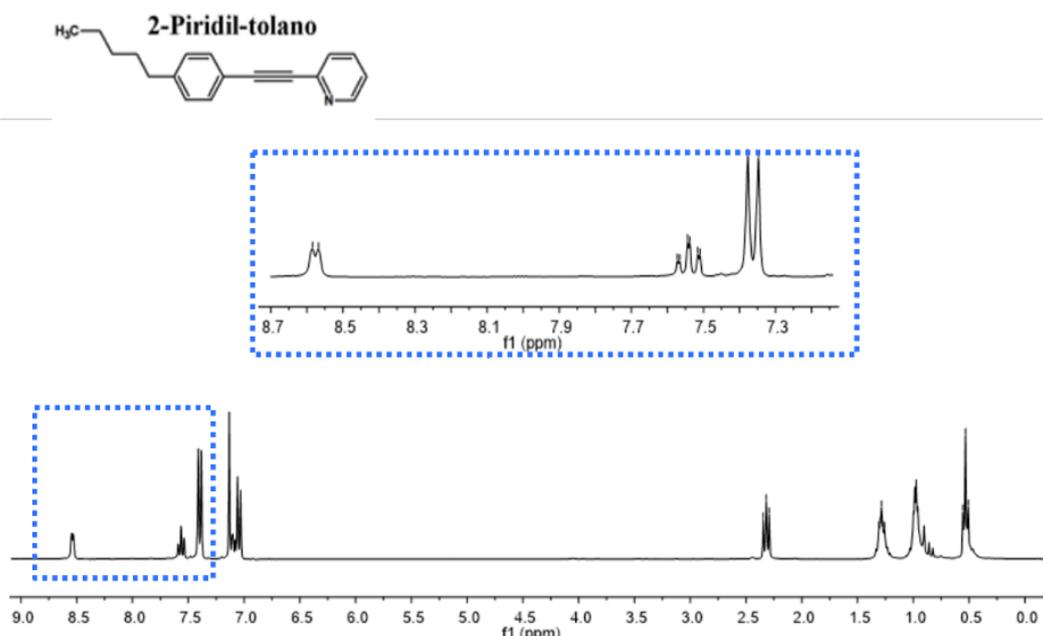
Fuente: Elaboración propia.

Síntesis 2-Piridil-Tolano: En un reactor pequeño para microondas se colocó 1-etinil-4-pentilbenceno (50 μ l, 0.949 mmol) conjuntamente con 2-bromopiridina (230 μ l, 1.139 mmol) en una mezcla de THF seco (2 ml) y trietilamina (2 ml). Después se añadió bis (difenilfosfina) ferroceno de cloro paladio (II) (33.8 mg, 0,04 mmol) y yoduro de cobre (I) (9.1 mg, 0,22 mmol) a la solución. La reacción se llevó a cabo en microondas en un tiempo de 2 horas, una vez que se enfrió la disolución se procedió a recristalizarlo con Hexano caliente en donde se observó la separación de dos fases una sólida y una líquida, se llevó a centrifugación por el transcurso de 20 min, cuidadosamente se separó la parte sólida (de color negro intenso-impurezas) de la líquida (de color amarillo).La mezcla se diluyó a continuación con CH_2Cl_2 (50 ml) y se lavó con agua (50 ml), NH_4Cl acuoso saturado (50 ml) realizada una cromatografía en capa fina TLC se vio necesario realizar cromatografía por columna (CHCl_2 con 1% de metanol).

El compuesto 2-Piridil-Tolano se aisló como un aceite amarillo. Rendimiento: 232 mg (71%) ^1H NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 8.62 (d, $J = 4.5$ Hz, 1H), 7.68 (td, $J = 7.7, 1.8$ Hz, 1H), 7.51 (d, $J = 8.2$ Hz, 2H), 7.50 (d, $J = 7.7$ Hz), 7.23 (m, $J = 7.7, 2.8, 1.8$ Hz, 1H), 7.17 (d, $J = 8.0$ Hz, 2H), 2.72 – 2.51 (m, 2H), 1.65 – 1.57 (m, 2H), 1.38 – 1.27 (m, 4H), 0.97 – 0.82 (m, 3H). (Figura 5)

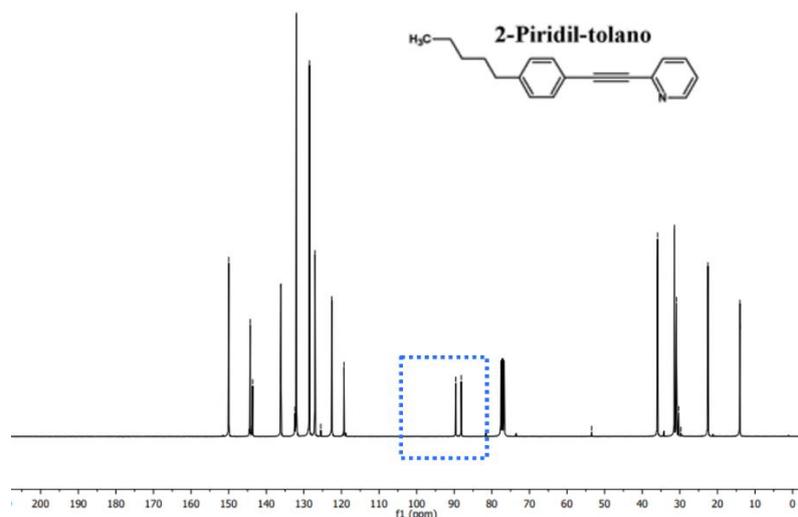
^{13}C NMR (100 MHz, CDCl_3) δ 149.98, 144.32, 144.26, 143.63, 136.11, 132.38, 131.97, 128.56, 128.51, 127.05, 125.51, 122.56, 119.35, 89.60, 88.13, 53.47, 35.92, 31.44, 30.90, 30.88, 30.32, 29.72, 22.52, 14.05, 14.03. (Figura 6)

Figura 6. Resonancia Magnética Nuclear ^1H -RMN (400 MHz, CDCl_3)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Resonancia Magnética Nuclear ^{13}C (400 MHz, CDCl_3)



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones:

- En el presente trabajo mediante un acoplamiento de Sonogashira se sintetizaron el 2-piridil-tolano, 3-piridil-tolano y el 4-piridil-tolano a partir de 1-etinil-4-pentilbenceno asistido por microondas en poco tiempo (2 horas), las tres estructuras fueron purificadas por Cromatografía de columna y caracterizadas por Resonancia Magnética Nuclear de Hidrógeno y Carbono, el tetracloruro de carbono interfiere con los enlaces de los compuestos polares y es tóxico, por lo que se utilizó un disolvente inerte marcado con deuterio específicamente cloroformo deuterado, puesto que el deuterio tiene diferente momento magnético que el hidrógeno, no da señal cuando se registra un espectro de RMN ajustado al protón. Se evidenció la formación de los Tolanos deseados, con un rendimiento de reacción del 71% para 2-piridil-tolano, 73% para 3-piridil-tolano y 78% para 4-piridil-tolano. El uso de radiación por microondas es aprovechado adecuadamente para conseguir mejor selectividad en relación a los métodos convencionales, cuyos rendimientos no superan el 50%, corroborando sus ventajas redactadas en bibliografía como ahorro energético, ahorro de disolventes y tiempos de reacción. A futuro se planea estudiarlos como posibles candidatos para la formación de cristales líquidos, se apuesta a la formación de enlaces de halógeno formando compuestos de hasta tres ligandos y compararlos con los enlaces de hidrógeno.

Referencias bibliográficas:

- Bertus, P., Fecourt, F., Bauder, C., & Pale, P. (2004). *New Journal of Chemistry*, 12.
- Bunge, S., Krueger, K., Boyle, T., Rodríguez, M., Headly, T., & Colvin, V. (2003). *Materials Chemie*, 1705-1709.
- Cassar, L. (1975). *Organomet. Chem*, 253.

- Dick, H., & Heck, F. (1975). *Organomet. Chem*, 259.
- Dudley, G., Stiegman, A., & Rosana, M. (2013). Correspondence on microwave effects in organic synthesis. *Angewandte Chemie International Edition*, 7918-7923.
- Gabriel, C., Gabriel, S., Grant, E., Halstead, B., & Mingos, D. (1998). Dielectric parameters relevant to microwave dielectric heating *Chem. Soc. Chemical society reviews*, 213-223.
- Garro, R., Jiménez, P., & Vega, J. (2013). Síntesis Asistida Por Microondas Del Poli (Adipato de 1 , 4 -Butadiol). . *Rev. Iberoam. Polímeros*, 304–312.
- Gawande, M., Bonifacio, V., & Luque, R. (2012). Benign by design: Catalyst-free in-water, on-water green chemical methodologies in organic synthesis. *Chemical Society Reviews*, 5522-5551.
- Gedye, R., Smith, F., Westaway, K., Ali, H., Baldisera, L., Laberge, L., & Rousell, J. (1986). The use of microwave-ovens for rapid organic-synthesis. *Tetrahedron letters*, 279-282.
- Giguere, R., Bray, T., Duncan, S., & Majetich, G. (1986). Application of commercial microwave-ovens to organic-synthesis. *Tetrahedron letters*, 4945-4948.
- Gou, L., Chipara, M., & Zaleski, J. (2007). Convenient, Rapid Synthesis of Ag Nanowires. *Chemistry of Materials*, 1755-1760.
- Hopkins, C., & Collar, N. (2004). *Tetrahedron Letters*, 8087-8090.
- Kamali, H., Khodaverdi, E., & Hadizadeh, F. (2018). Ring-Opening Polymerization of PLGA-PEG-PLGA Triblock Copolymer in Supercritical Carbon Dioxide. *Supercrit. Fluids*, 9–15.
- Kappe, O. (2004). Controlled Microwave Heating in Modern Organic Synthesis. *Angewandte Chemie International Edition*, 6250-6284.
- Kappe, O., Pieber, B., & Dallinger, D. (2013). Microwave effects in organic synthesis: Myth or reality? . *Angewandte Chemie International Edition*, 1088-1094.
- Mazo, P., Rios, L., & Restrepo, G. (2011). Síntesis de Poli Ácido Láctico y Poli Ricinoleato Empleando Calentamiento Por Microondas y Su Utilización En La Producción de Termoplasticos de Poliuretano. *Polímeros*, 83-89.
- Nguyen, H., Horton , P., Hursthouse, M., Legon, A., & Bruce, D. (2004). *Journal of the American Chemical Society*, 16-17.
- Paresh, C. (2010). Size and Shape Dependent Second Order Nonlinear Optical Properties of Nanomaterials and Their Application in Biological and Chemical Sensing. *Chemical reviews*, 5332-5365.
- Polshettiwar, V., & Varma, R. (2008). Microwave-Assisted Organic Synthesis and Transformations Using Benign Reaction Media. *Accounts of chemical research*, 629-639.
- Sonogashira, K. (2003). *Organomet. Chem*, 46-49.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Flores Fiallos, L. M., Villegas Freire, C. N., & Guadalupe Alcoser, M. A. (2020). Síntesis de PIRIDIL-tolanos mediante un acoplamiento de sonogashira asistido por microondas. *Ciencia Digital*, 4(3), 95-106. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1303>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Comparación de rendimiento de antenas microstrip con diferentes frecuencias y polarización



*Performance comparison of microstrip antennas with different frequencies
and polarization*

Galo Hurtado Crespo.¹, Juan Pérez Pérez.² & Zoila Contreras Paguay.³

Recibido: 13-04-2020 / Revisado: 17-05-2020 / Aceptado: 20-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1304>

Abstract.

The research work is based on the analysis of the operation of microstrip antennas for which three different antennas were designed, working in bands ranging from 800 MHz - to 5.5 GHz, checking that the functionality is efficient and that they do not interfere with other frequency bands, There are many advantages that can be taken into consideration when implementing antennas with microstrip technology, such as cost, easy manufacturing, works at high frequencies and sufficient amount of information in the different repositories, to be able to perform the tests, first you have to design the model of the antenna in the software Ansoft Designer, then has to perform the analysis of frequency resonance and radiation pattern, determining the frequency at which it works, as well as the bandwidth and gain of each of them, once verified the proper functioning of the antennas proceed to the manufacture of the antenna, you have to select the material, the thickness of the material, as well as the connectors and the welding points that are made, all these factors influence the optimal operation of the antennas, finally to be able to make the field tests it is necessary to work with a radio spectrum analyzer, the same one generates different signals with different gains and impedances, that will allow to determine in which band of frequencies it is working.

Keywords: Antennas, microstrip, polarization, frequencies, radio spectrum.

¹ Docente investigador, Cuenca, Ecuador, ORCID id: <http://orcid.org/0000-0002-7190-140X> Email: gphurtado@sudamericano.edu.ec

² Director de Carrera, Cuenca, Ecuador. ORCID id: <https://orcid.org/0000-0002-8681-9855>, jperez@sudamericano.edu.ec

³ Estudiante, Cuenca, Ecuador. ORCID id: <https://orcid.org/0000-0002-8338-6871>, Email: zmcontreras@sudamericano.edu.ec

Resumen.

El trabajo de investigación se basa en el análisis del funcionamiento de las antenas microstrip para lo cual se realizó el diseño de tres antenas diferentes, que trabajen en bandas que van desde los 800 MHz – hasta los 5,5 GHz comprobando que la funcionalidad sea eficiente y que no interfieran con otras bandas de frecuencias, existen muchas ventajas que se pueden tomar en consideración al momento de implementar antenas con la tecnología microstrip, como son el costo, la fácil fabricación, trabaja a grandes frecuencias y la suficiente cantidad de información en los diferentes repositorios, para poder realizar las pruebas, primero se tiene que diseñar el modelo de la antena en el software Ansoft Designer, posteriormente se tiene que realizar el análisis de resonancia de frecuencias y patrón de radiación, determinando la frecuencia en la que trabaja, así como el ancho de banda y la ganancia de cada una de ellas, una vez comprobado el correcto funcionamiento de las antenas se procede a la fabricación de la antena, se tiene que seleccionar el material, el grosor del material, así como los conectores y los puntos de suelda que se realicen, todos estos factores influyen en el óptimo funcionamiento de las antenas, finalmente para poder realizar las pruebas de campo es necesario trabajar con un analizador de espectros radioeléctrico, el mismo generar diferentes señales con ganancias e impedancias diferentes, que permitirán determinar en qué banda de frecuencias está trabajando.

Palabras clave: Antenas, microstrip, polarización, frecuencias, espectro radioeléctrico.

Introducción.

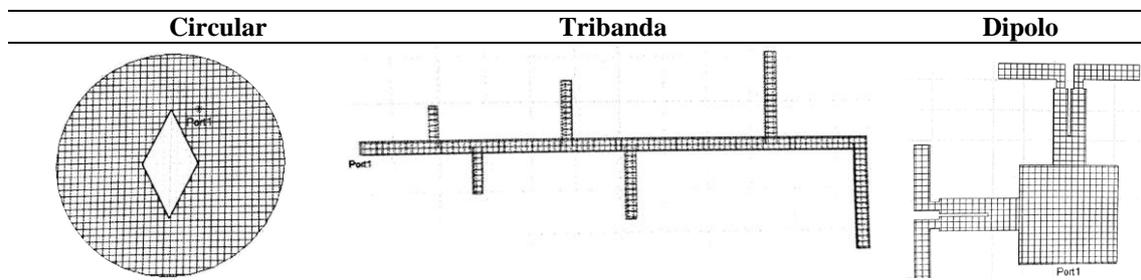
En la actualidad la información es un derecho al que todos los ciudadanos pueden, acceder por diferentes medios (Villanueva, 2006), por lo tanto, tienen que existir los medios de comunicación que permitan acceder a la información, con los avances tecnológicos han ido surgiendo nuevas maneras de comunicarse, para poder llegar a lugares remotos que en la antigüedad acceder a la información era imposible, ya sea por condiciones económicas, de distancias o de tecnología, con la finalidad de solventar estas necesidades surgen dispositivos que adaptan ondas guiadas, desde conductores o guías al espacio libre conocidas como antenas microstrip (Vielma, 2005). Esta tecnología funciona en la banda de 2,4 GHz en la mayoría de los países y trabaja en la banda de frecuencia de 5 GHz. La señal que se propaga en ambientes interiores afectados por diversas reflexiones y procesos complejos de dispersión (procesos asociados a la dispersión experimentada por la señal), de modo que la polarización de la señal a lo largo de la transmisión puede variar (Balanis, 2005). Para el caso de estudio se realizó el diseño, cálculo matemático, implementación y comparación de la ganancia y pérdida de cada una de ellas, partiendo de las antenas microstrip Dipolo doble que se han convertido en la actualidad en un tema de gran importancia para los investigadores, especialmente sus aplicaciones en sistemas de comunicación por satélite, móviles e inalámbricos, debido a su pequeño tamaño, su peso ligero y su facilidad de producción. Estas antenas, en general, resuenan eficientemente en una sola frecuencia de resonancia que corresponde a su modo dominante y tienen

típicamente un ancho de banda estrecho y baja ganancia (Luberto & Fano, 2016). Se han llevado a cabo pruebas, para mejorar la funcionalidad de las antenas de patch circulares, con la inclusión de ranuras de geometrías concéntricas como diamante, triangulares, cuadradas, teniendo la particularidad de que al ser integradas como una ranura en la antena de parche se obtiene un mejor ancho de banda según se menciona en el artículo (Diseño antena microstrip de ranura y antena de parche con geometría fractal, n.d.), y lo más importante la capacidad de trabajar en dos o más frecuencia, la banda S y C (Cabedo & Puente, n.d.), específicamente en comunicaciones satelitales e inalámbricas, por qué está diseñada para una frecuencia de 2,5 GHz y 4,5 GHz. Y la tercera antena en el caso de estudio fue una antena trbanda que trabaje en las frecuencias de 2,5 GHz, 3,6 GHz, y 5.5 GHz la intención es comparar el rendimiento de las diferentes antenas (Borja Borau, 2001).

Materiales y métodos.

La investigación se realizó atreves de una metodología experimental con un análisis cuantitativo para poder evaluar los resultados, en la gráfica se pretende estudiar cómo el plano del suelo afecta al dipolo básico, el hecho de tener un plano de tierra afecta a la respuesta del dipolo (Bernal, 2008). Teniendo en cuenta cómo afecta tener un plano de tierra, se ha realizado un estudio para ver si las dimensiones de este tienen un efecto en la respuesta del dipolo. Para ello se hizo una comparación entre el plano de tierra utilizado con dimensiones 33x33mm. En la antena de diseño la antena circular de parche tiene un radio de 16,2 mm; con dos frecuencias 2,5 y 4,5 GHz en la banda S y C, con plano de tierra infinito y las dimensiones de la ranura en forma de diamante son $a=4\text{mm}$ y $b=8\text{mm}$, donde a es el valor medio de la anchura del diamante, como se muestra en las siguientes tablas (Firmansyah et al., 2016). Y la antena de tres bandas tiene una longitud de 48,51 mm, con una separación de 20.76 mm, cabe recalcar que todas las antenas se realizaron mediante una simulación en el software Ansoft Designer (Safari & Shafai, 2009), para observar el comportamiento y comprobar cuál es el rendimiento de acuerdo a los tres diseños de antenas planeadas para el caso de estudio.

Figura 1. Diseño de antenas en Ansoft Designer

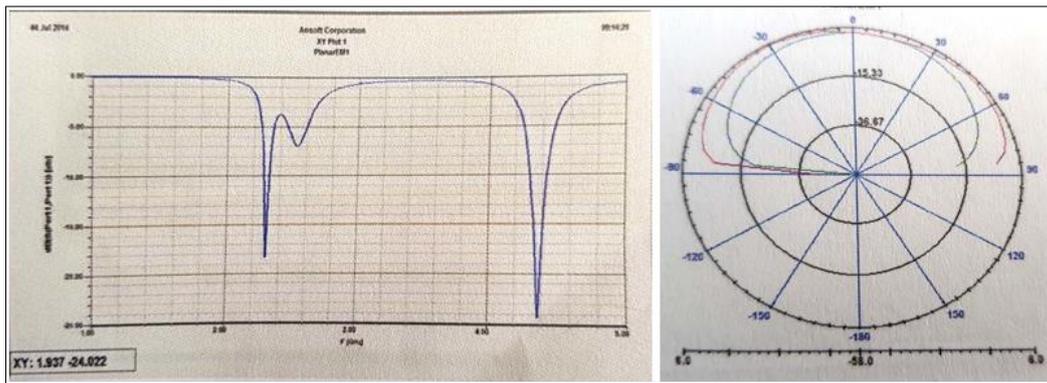


Fuente: (Hurtado-Crespo, 2020)

Una vez diseñadas las antenas con las medidas y parámetros correspondientes se realizan el análisis de la frecuencia a la que trabajara y con la ayuda de los diagramas de radar, en 2D se analizara también la dirección de propagación del campo eléctrico, la ganancia, la polarización de la antena (dirección de la onda radiada).

Se realizó la simulación de las antenas con los diagramas de radiación obteniendo como resultado las siguientes graficas:

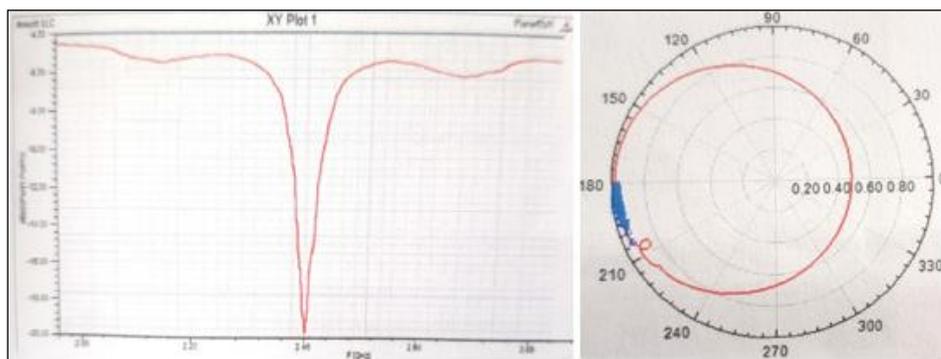
Figura 2. Antena Patch resonancia de frecuencias y patrón de radiación



Fuente: (Hurtado-Crespo, 2020)

Como se muestra en la imagen se puede observar la impedancia y como trabaja en las diferentes frecuencias además se puede establecer un funcionamiento óptimo en el diseño de la antena, para de esta manera poder pasar al siguiente paso que sería la de imprimir la antena para posteriormente realizar ya pruebas de campo (Rao et al., 2003).

Figura 3. Antena Dipolo resonancia de frecuencias y patrón de radiación

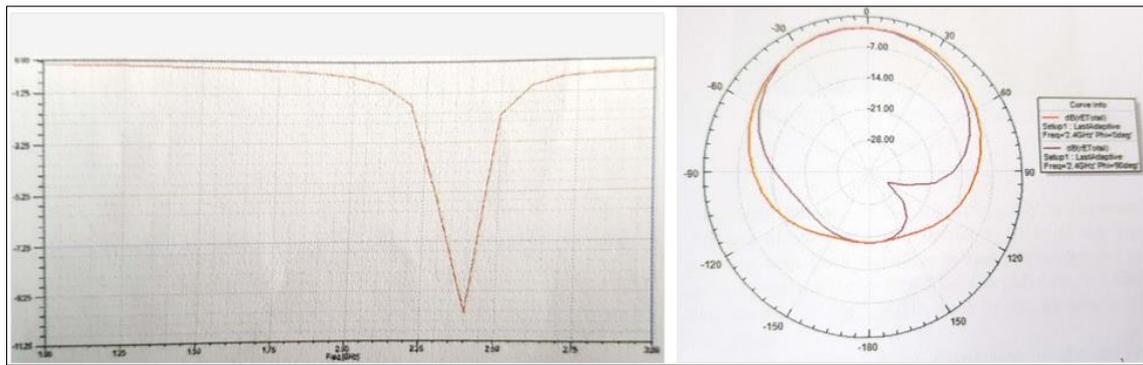


Fuente: (Hurtado-Crespo, 2020)

Esta simetría en las líneas de energía asegura que la respuesta para el dipolo vertical y el dipolo horizontal será muy similar. El propósito del diseño es también que el rendimiento

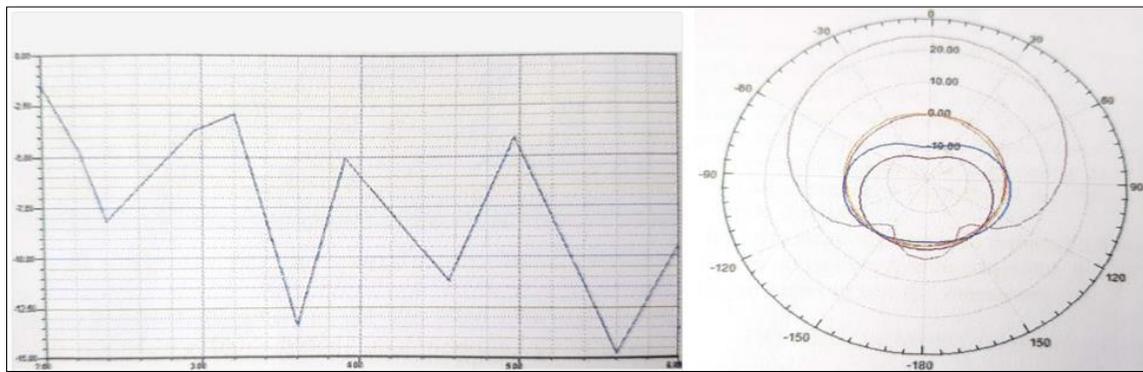
de los dos dipolos sea similar a que no haya diferencias en el tiempo de recepción de la señal (Huidobro, 2013). Sin embargo, a pesar de tener una desviación en la frecuencia de adaptación, dos dipolos tienen una anchura de banda similar en la que la adaptación tiene un valor inferior a - 10 dB.

Figura 4. Antena Tribanda (Yagui) resonancia de frecuencias y patrón de radiación, Frecuencia de 2.4 GHz



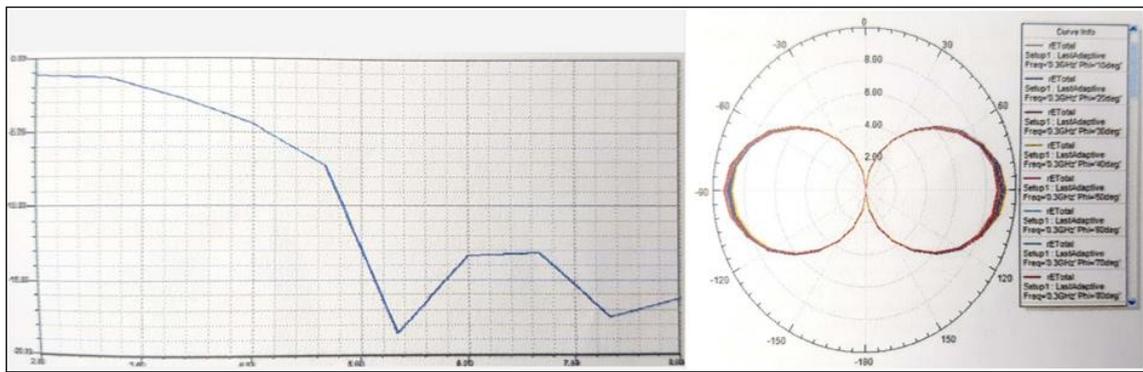
Fuente: (Hurtado-Crespo, 2020)

Figura 5. Antena Tribanda (Yagui) resonancia de frecuencias y patrón de radiación, Frecuencia de 3.6 GHz



Fuente: (Hurtado-Crespo, 2020)

Figura 6. Antena Tribanda (Yagui) resonancia de frecuencias y patrón de radiación, Frecuencia de 5.5 GHz



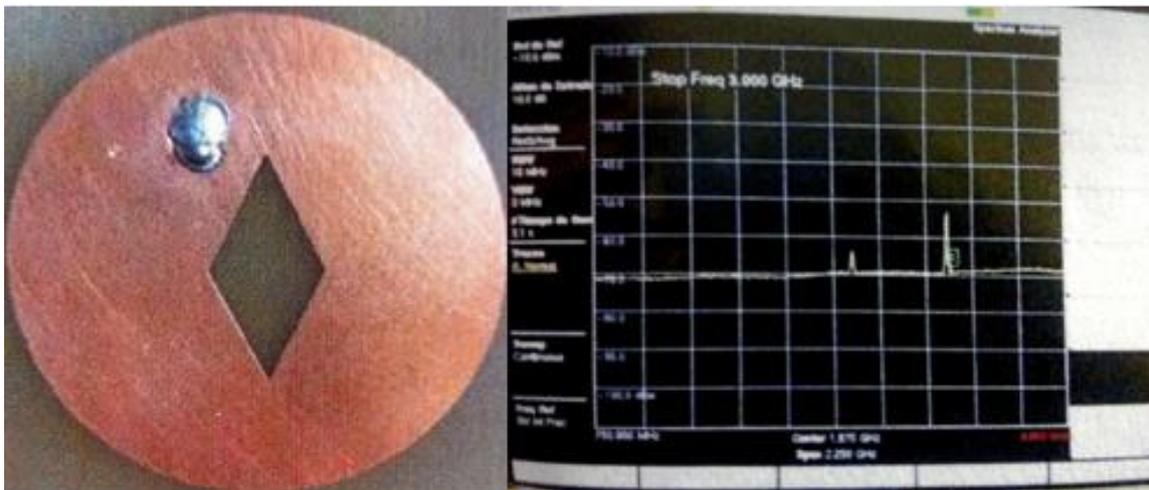
Fuente: (Hurtado-Crespo, 2020)

Se realizó el análisis en cada una de las frecuencias obteniendo como resultado, la representación de los lóbulos de radiación trabajando en un estado óptimo.

Resultados.

Una vez realizadas las respectivas simulaciones y análisis de resultados se procede a la fabricación de las antenas microstrip obteniendo los siguientes resultados:

Figura 7. Antena Patch Diseño y recepción de señal



Fuente: (Hurtado-Crespo, 2020)

Las pruebas realizadas en el analizador demuestran que la antena opera para telefonía celular en un rango de 800 Mhz-900 MHz, 2.4 GHz y 1.8 GHz, se observó que no hay recepción de la antena telefónica en las mismas frecuencias por lo tanto la antena se podría utilizar para transmitir diferente tipo de información en esas bandas libres sin generar

interferencia con ninguna de las de telefonía celular ya que las bandas de frecuencias de operación son diferentes (Huidobro, 2013).

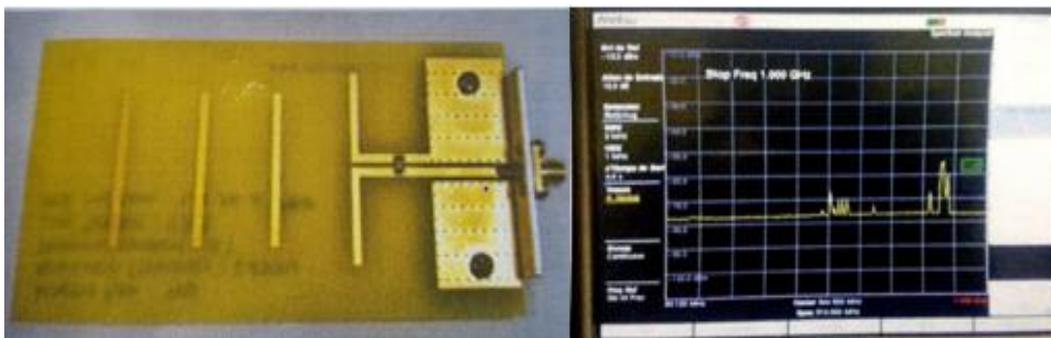
Figura 8. Antena Dipolo Diseño y recepción de señal



Fuente: (Hurtado-Crespo, 2020)

Se puede ver que hay un pico a -25 dB que indica que detecta una señal que opera a la frecuencia especificada, es decir que trabaja a la misma frecuencia que una de telefonía celular generando interferencia, y desde un rango de 800Mhz - 1 GHz se puede observar que no detecta ninguna señal y es debido a que la antena opera a una frecuencia de 2.4Ghz.

Figura 9. Antena Patch Diseño y recepción de señal



Fuente: (Hurtado-Crespo, 2020)

Se realizó el análisis en las frecuencias de 2,4 GHz, 3,6 GHz, y 5,5 GHz como se muestra en la gráfica el resultado del análisis en 2,4 GHz, que es la frecuencia que se realizaron la mayoría de pruebas y se determinó que no existe una interferencia de frecuencias y que al trabajar hasta la banda de 5GHz se puede aprovechar de una mejor manera ya que en la actualidad la mayoría de dispositivos móviles trabajan en ese rango de frecuencias optimizando la velocidad de transmisión de los datos.

Conclusiones:

- Discusión, las antenas de tipo patch son dispositivos miniaturizados, que hoy en día son una herramienta extremadamente importante para utilizar en sistemas de comunicación, todo dependerá de un buen diseño y posteriormente de realizar las respectivas pruebas para proceder a la fabricación, una de las ventajas más importantes que presenta es que trabaja a grandes frecuencias y son de un costo muy accesible. Se realizó las pruebas en diferentes frecuencias con la finalidad de comprobar el rendimiento y funcionalidad de las tres antenas propuestas para el caso de estudio, se trabajó en las frecuencias que van desde los 800 MHz –hasta los 5,5 GHz comprobando si las antenas interfieren o no con otras bandas, todo esto se pudo determinar en el analizador de espectros radioeléctricos, de esta manera al momento de operar se evitan posibles sanciones que pueda emitir la ARCOTEL que es el ente regulador de frecuencias radioeléctricas del país.

Referencias bibliográficas:

- Balanis, C. A. (2005). *Antenna Theory: Analysis and Design*, 3rd Edition. Wiley-Interscience. <http://www.amazon.com/Antenna-Theory-Analysis-Design-Edition/dp/047166782X>
- Bernal, I. (2008). *Revisión de Conceptos Básicos de Antenas y Propagación* Quito-Ecuador.
- Borja Borau, M. C. (2001). Fractal microstrip patch antennas with fractal perimeter and self-affine properties. 1.
- Cabedo, A., & Puente, C. (n.d.). DISEÑO DE ANTENAS MULTIBANDA PARA TELEFONÍA MÓVIL MEDIANTE LA MANIPULACIÓN DEL PLANO DE MASA.
- Diseño antena microstrip de ranura y antena de parche con geometría fractal. (n.d.). Retrieved April 16, 2020, from <http://academica-e.unavarra.es/handle/2454/4806?show=full>
- Firmansyah, T., Purnomo, S., Fatolah, F., & Fajar Nugroho, T. H. (2016). Antena Mikrostrip Rectangular Patch 1575,42 MHz dengan Polarisasi Circular untuk Receiver GPS. *Jurnal Nasional Teknik Elektro Dan Teknologi Informasi (JNTETI)*, 4(4), 243–249. <https://doi.org/10.22146/jnteti.v4i4.170>
- Huidobro, J. M. (2013). *Antenas de telecomunicaciones*.
- Hurtado-Crespo, G. P. (2020). Estudio de factibilidad de políticas de seguridad iso/iec 27002:2013 para instituciones educativas adaptables a las pymes | *International Journal of Recent Scientific Research*. Recentscientific. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24327/ijrsr.2020.1012.4955>
- Luberto, M., & Fano, W. G. (2016). Microstrip antenna design using EBG (Electromagnetic Band Gap) structures at 2.4GHz. 2015 16th Workshop on Information Processing and Control, RPIC 2015, 1–7. <https://doi.org/10.1109/RPIC.2015.7497097>

- Rao, B. R., Smolinski, M. A., Quach, C. C., & Rosario, E. N. (2003). Triple-band GPS trap-loaded inverted L antenna array. *Microwave and Optical Technology Letters*, 38(1), 35–37. <https://doi.org/10.1002/mop.10963>
- Safari, F., & Shafai, L. (2009). A parametric study using ansoft HFSS and ansoft designer on the effect of aperture diameter on the transmission properties of its array. *Proceedings - 2009 13th International Symposium on Antenna Technology and Applied Electromagnetics and the Canadian Radio Sciences Meeting, ANTEM/URSI 2009*. <https://doi.org/10.1109/ANTEMURSI.2009.4805108>
- Vielma, M. (2005). *Introducción a las Antenas Contenido*.
- Villanueva, E. (2006). *Derecho de la información*. Editorial Miguel Ángel Porrúa.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Hurtado Crespo, G., Pérez Pérez, J., & Contreras Paguay, Z. (2020). Comparación de rendimiento de antenas microstrip con diferentes frecuencias y polarización. *Ciencia Digital*, 4(3), 107-116. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1304>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



El descubrimiento de oportunidades para crear valor a través del emprendimiento e innovación



Discovering opportunities to create value through entrepreneurship and innovation

Edison Becerra Molina. ¹

Recibido: 13-04-2020 / Revisado: 17-05-2020 / Aceptado: 20-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1305>

Abstract.

The creation of innovative ventures is one of the main factors in the economic growth of the region and the country, therefore, for these companies to live, there must be entrepreneurs with a business idea from which the companies will germinate.

For these reasons, the implementation of a theoretical-academic management model for the development of innovative entrepreneurship policies and programs at the Catholic University of Cuenca UCACUE, which is part of the author's doctoral thesis, has been considered necessary in this research work, which contributes to the training of new entrepreneurs in the different careers in correspondence with the economic-social demand of the territory of zone 6.

Obviously, the training and development of the entrepreneurial culture of young University students, with a critical sense, promoters of participation, creatives in innovators with skills in economic analysis of financial environments, in order to create some new activity with ideas, and / or business-generating lines of employment, taking into account the most pressing needs at the local, regional and national levels.

The purpose is to promote the articulation of UCACUE with the public, community and private sector to contribute to the social fabric of Region 6, generating transfer processes and business management with added value.

It should be noted that the projects proposed for the UCACUE authorities to carry out will allow ventures in region 6 to have an impact on the generation of wealth, employment and the revitalization of the economy, influencing the benefit of society.

The model includes incubation policies, and graduation of companies, evaluation of business ideas, the creation of a monitoring and evaluation committee, indicators and evaluation criteria, articulated to the current organic law on entrepreneurship and

¹ Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador, jbecerram@ucacue.edu.ec

innovation, which aims to establish the regulatory framework that encourages and encourages entrepreneurship, innovation and technological development, promoting an entrepreneurial culture and implementing new corporate and financing modalities to strengthen the entrepreneurial ecosystem.

Keywords: Education, mipyme, entrepreneurship, innovation and employability.

Resumen.

La creación de emprendimientos innovadores es uno de los talentos del crecimiento económico de la región y del país, por lo tanto, para que estas empresas vivan, deben existir emprendedores con una idea de negocio de la que posteriormente germinarán las empresas.

Por tales razones se ha considerado necesario dentro del presente trabajo investigativo la implementación de un modelo de gestión teórico-académico para el desarrollo de políticas y programas de emprendimiento innovador en la Universidad Católica de Cuenca UCACUE, que es parte de la tesis doctoral del autor, aporte a la formación de nuevos emprendedores en las diferentes carreras en correspondencia con la demanda económico- social del territorio de la zona 6.

Como es lógico, la formación y desarrollo de la cultura emprendedora de jóvenes Universitarios, con sentido crítico, promotores de la participación, creativos en innovadores con competencias de análisis económico de entornos financieros, con la finalidad de crear con ideas alguna actividad nueva, y/o líneas de negocios generadoras de empleo, tomando en cuenta las necesidades más acuciantes a nivel local, regional y nacional.

El propósito es promover la articulación de la UCACUE con el sector público, comunitario y privado para aportar al tejido social de la Región 6, generando procesos de transferencia y gestión empresarial con valor agregado.

Es conveniente destacar que los proyectos propuestos para que lleven adelante las autoridades de la UCACUE, permitirá que los emprendimientos en la región 6, incida en la generación de riqueza, empleo y la dinamización de la economía, incidiendo en beneficio a la sociedad.

El modelo incluye políticas de incubación, y graduación de empresas, evaluación de las ideas de negocio, la creación de un comité de seguimiento y evaluación, indicadores y criterios de evaluación, articulados a la actual ley orgánica de emprendimiento e innovación, que tiene como objetivo establecer el marco normativo que incentive y fomente el emprendimiento, la innovación y el desarrollo tecnológico, promoviendo la cultura emprendedora e implementando nuevas modalidades societarias y de financiamiento para fortalecer el ecosistema emprendedor.

Palabras clave: Educación, mipyme, emprendimiento, innovación y empleabilidad.

Introducción.

El Frente a la crisis sanitaria que está afectando a todo el mundo y sobre todo el impacto nocivo en la economía de muchos países afectados gravemente por no tener medidas vigorosas para combatir el COVID-19, como es el caso del Ecuador, en donde las medidas de emergencia fueron drásticas por evitar contagios masivos, lo que aceleró por otro lado una considerable caída de negocios y comercios tanto pequeños y medianos, desencadenado por tanto el incremento del desempleo e inclusive el cierre de algunas microempresas. Bajo este contexto en la región austral y el país donde los emprendimientos de comercios han dinamizado la economía local es importante determinar nuevas estrategias que ayuden a afrontar en forma efectiva esta crisis, aplicando nuevas políticas con el afán de poder conseguir clientes, es importante también el involucramiento del sector comercial e industrial en la diversificación de productos y servicios, considerando la invención, imaginación y la creatividad, que permitirá mantener los negocios.

Por tanto, el modelo es importante por cuanto contribuirá al desarrollo de la Cultura Emprendedora en la formación de profesionales líderes y emprendedores como uno de los ejes transversales del proceso Universitario, y se encuentra definido en los siguientes términos:

Aporta a la construcción de procesos de aprendizaje y sensibilización para tomar conciencia de la importancia de los componentes fundamentales del emprendimiento y su impacto en el desarrollo del bienestar individual, familiar y social.

La generación de emprendedores es de vital importancia para el desarrollo y progreso de un país, incentivar el emprendimiento en la educación es una clave esencial para persuadir para que los alumnos asuman riesgos.

En este empeño de lograr una Universidad responsable y comprometida con la sociedad, en plena sintonía con su propósito como comunidad educativa al servicio del pueblo, deberá lograrse, paralelamente, una elevada calidad en la formación de sus profesionales y un proceso de mejora continua que esté íntimamente relacionado con la innovación y el emprendimiento de forma sustentable. De no haber innovación e integración, no resulta posible alcanzar la responsabilidad social que debe caracterizar a la Universidad.

Metodología.

En esta parte de la investigación, se utilizó para llevar a cabo el estudio, indicando el paradigma de investigación positivista, tipo de investigación diseño de campo no experimental y transeccional o transversal con apoyo documental, Según, Arias (2016) la investigación de campo o diseño de campo consiste en: La recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir el investigador obtiene la

información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental (p.25).

El nivel de investigación fue la investigación descriptiva, En este sentido, es apropiado citar a Yuni y Urbano, (2006), quienes afirman que la investigación de tipo descriptiva tiene como objetivo: Llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento (p. 33).

La población estuvo estructurada por 4 sectores escogidos, corresponde en esta oportunidad referirnos al universo de la población representada por los ejecutivos empresariales de la provincia del Azuay, considerando la población sobre una base de la Súper Intendencia de Compañías, Valores y Seguros, se tuvo 2.001 empresas, mediante muestreo estratificado se determinó la muestra $n = 231$, considerando la varianza muestral del 0.05, el nivel de confianza representó el 95% de confianza, el error de la muestra el 1,4% como aceptable, considerando el tamaño de la población y varianza poblacional, la validez de contenido fue realizado mediante el juicio de tres (3) expertos con experiencia en el área de emprendimiento y metodología.

La técnica de recolección de información, como uno de los ejes principales de la investigación, fue la encuesta, se elaboró el instrumento del cuestionario, para validar la “Construcción del modelo”, el mismo tomó en cuenta los criterios de factibilidad curricular (cinco dimensiones), de precisión (5 dimensiones), de utilidad (4 dimensiones), de ética (3 dimensiones), de pertinencia (4 dimensiones), y contenido (4 dimensiones), cada uno de ellos con un conjunto de dimensiones en estricta vinculación con los objetivos de investigación, con opciones de respuesta dicotómicas y observaciones abiertas que a juicio de los validadores fuesen importante para mejorar la construcción definitiva del modelo.

El diseño y validación del Modelo de Gestión Teórico- Académico para el Desarrollo de Políticas y Programas de Emprendimiento Innovador en la Universidad Católica de Cuenca, desarrollados por el autor de la presente investigación, fue validado, considerando desde el punto de vista didáctico, los indicadores que tomaron en cuenta los validadores expertos, representados por la Academia, sector Gubernamental y los Sectores Productivos. Los indicadores considerados en la validación fueron la factibilidad curricular, precisión, utilidad, ética, pertinencia y contenidos.

De igual manera, Arias (2016) afirma que: “La validez del cuestionario significa que las preguntas o ítems deben tener una correspondencia directa con los objetivos de la

investigación, es decir las interrogantes consultarán sólo aquello que se pretende conocer o medir” (p. 201).

En esta perspectiva práctica, muchas previsiones deben tomarse al momento de estimar e interpretar un coeficiente de consistencia interna. A fin de determinar la confiabilidad se aplicó el coeficiente de Alfa de Cronbach, el cual es empleado cuando el instrumento comprende ítems con alternativas de respuestas múltiples.

De igual forma, para determinar la confiabilidad del cuestionario elaborado, se procedió aplicar una prueba piloto a 15 empresas, que no forman parte de la muestra y que corresponden a la ciudad de Azogues, provincia del Cañar, todos ellos con características similares a los sujetos de este estudio, administrando una escala, de 15 ítems, a una muestra de $n = 15$. De acuerdo con los resultados anteriores, se concluyó que la escala tiene una confiabilidad de consistencia interna muy alta, suficientemente alta como para ser considerada fiable. En conclusión, la confiabilidad del instrumento fue de 0,9 muy alta, así mismo, fue importante la utilización de la herramienta estadística para el desarrollo de la investigación, recurriéndose a la estadística descriptiva. El análisis de los datos es una parte fundamental de toda investigación, en tal sentido Por su parte, Hernández, Fernández, y Baptista (2016), sostiene que el procedimiento que se sigue para analizar los datos consiste en: Una vez que los datos se han codificado, transferido a una matriz, guardado en un archivo y “limpiado” los errores, el investigador procede a analizarlos utilizando un programa computacional (p.272). De allí la importancia de inspeccionar, limpiar y transformar datos con el objetivo de resaltar información útil, lo que sugiere conclusiones, y apoyo a la toma de decisiones.

En el caso concreto de la presente investigación se utilizó el software libre en español SPSS versión 26, que es una herramienta de tratamiento de datos y análisis estadístico, igualmente, para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos a lo largo del proceso de investigación, se realizó, considerando el uso de la triangulación, validez, confiabilidad y contrastación de los instrumentos.

Fundamentación Teórica.

Abarca el marco teórico conceptual que comprende la revisión de otras investigaciones que sirvieron de antecedente a la presente investigación, se revisó la tesis doctoral de Tobar (2014), titulada: Las pequeñas y medianas empresas en Cuenca, su impacto en la economía local, presentado en la Universidad de León de España. El objetivo general fue conocer el impacto que tienen los emprendimientos en la economía de la capital azuaya, estudiar sus fortalezas y debilidades, así coadyuvar para incrementar la inversión directa del sector productivo.

Según, Urbano, (2008). Sostiene que la promoción de nuevas empresas que crean trabajo, intensifica la competitividad e incrementan la productividad a través del cambio tecnológico y la innovación.

Es importante citar a Shane (2004), manifiestan que el emprendimiento está probado que coexiste una figura dentro del sistema económico que identifica y desarrolla oportunidades, basado en intuición y la información, rodeado de elementos de incertidumbre y riesgo, por tanto, el emprendimiento está establecido en la acción de los individuos, es por ello que se considera como plataforma solucionadora de los retos que afrontan los países.

Cuando personas tienen una idea de negocio o crea una empresa y explota una oportunidad tecnológica, estamos hablando de emprendedor tecnológico, que se centra exclusivamente en el entorno tecnológico como plataforma de contacto con el cliente tales como teleconsultas médicas, teletrabajo, entre otras, que es el que se está utilizando justamente en estas épocas del mundo COVIT. El gran reto para estos emprendedores es que sean capaces de poner en contacto a la oferta y demanda, ya que muchas veces se trata de mercados, en los que hay que explicar muy bien cuál es el beneficio que obtendrá con sus servicios. A su favor tiene exiguos costos de gestión, siempre que consiga asegurarse una buena plataforma tecnológica y centrar muy bien la idea para diferenciarla del resto. Lo más recomendable es desarrollar un buen plan de marketing digital.

Así mismo, Shane (2004), revela que los emprendedores académicos son aquellos estudiantes que han aprovechado la investigación científica y mediante esta tienen ideas de negocios y/o actividades empresariales, para la búsqueda de oportunidades con potencial de comercialización, ya sea de bienes o servicios.

Por su parte, Lee y Osteryoung (2004), con respecto a incubadoras de empresas, definen como un sistema innovador designado a asistir a emprendedores, particularmente emprendedores tecnológicos, en el desarrollo de nuevas empresas, por medio de la provisión de soporte. La incubadora apoya al emprendedor en su búsqueda de talento, tecnología, capital, y conocimiento para acelerar el desarrollo de dichas empresas y la comercialización de la tecnología.

Un tipo de emprendimiento que viene desarrollándose de manera progresiva y con mucha aceptación en los sectores académicos y sociales, en el caso de la República del Ecuador respaldado legalmente por el Plan Nacional de Desarrollo (2017-2021), por cuanto en este enfoque se le da la importancia a las políticas para el sustento de comunidades que dependen de las ideas únicas que se generan desde los cimientos del Estado.

Según Pérez (2016), una nueva forma de llevar a cabo el proceso de innovación y emprendimiento (I+D), de naturaleza cooperativa o en colaboración con los otros agentes del sistema, así como el diseño de nuevos espacios de transferencia y creación de conocimiento, orientados a la innovación en cualquiera de sus categorías o dimensiones.

Villar (2015), resalta las capacidades que favorecen la innovación, la productividad y la competitividad, y el momento para adquirir estas competencias varía entre jóvenes y adultos, si bien a ambos han de servirles para contribuir a su motivación y satisfacción en los contextos socio laborales.

El espíritu emprendedor y la sociedad del conocimiento parten de las actitudes de las personas y se van constituyendo a lo largo de su vida, y las particularidades que el hombre tiene en forma innata se van desarrollando a medida que el individuo se va colectivizando.

En esa orientación, el hombre logrará desarrollar un espíritu emprendedor en la medida que su proceso de socialización lo conduzca en ese sentido para poder adecuarse a los cambios y transformaciones que se dan en la sociedad.

Autores como Lee y Jones (2008), analizaron los propósitos emprendedores de profesionales en el manejo de tecnologías, que abandonaron sus trabajos para iniciar una empresa.

El desarrollo local hace referencia a la capacidad que tiene una sociedad, para formular objetivos de interés colectivo y movilizar los recursos necesarios para alcanzarlos y transformar su territorio, (Albuquerque, 2004).

En América Latina y muy particularmente en el Ecuador, uno de los aspectos importantes es la migración rural urbana, experimentada en las últimas décadas, debido a la falta de oportunidades laborales, la baja calidad en la producción e ineficacia en la comercialización y la ineficiente gestión pública, generando una alta problemática socioeconómica, cultural y ambiental, Mata (2014).

La sociedad se enfrenta a fuertes presiones para el cambio, entre las cuales destacan: la globalización, el desarrollo sostenible, las nuevas tecnologías y el cambio demográfico. Una política innovadora debe reconocer y considerar tales presiones, además de mantener un enfoque global y coherente. Los países y regiones que den respuesta a estas cuestiones estarán mejor preparados para afrontar el futuro.

La innovación, para Schumpeter (2004), consistía en el dominio de emprendedores arriesgados; que, llevados por el espíritu emprendedor, querían desviar, y hasta revolucionar, la forma existente de hacer negocios. Concebía la innovación de forma amplia, incluyendo nuevas tecnologías o productos, nuevos métodos o procesos de producción, la apertura de nuevos mercados o fuentes de oferta y hasta nuevos tipos de organización o modelos de negocio. La evolución humana ha estado siempre ligada a la innovación. Los libros de texto describen las grandes innovaciones que han marcado el curso de la historia, como Internet, el automóvil o, incluso, la rueda. Ejemplos de este tipo propician que en ocasiones la innovación se asocie a la tecnología.

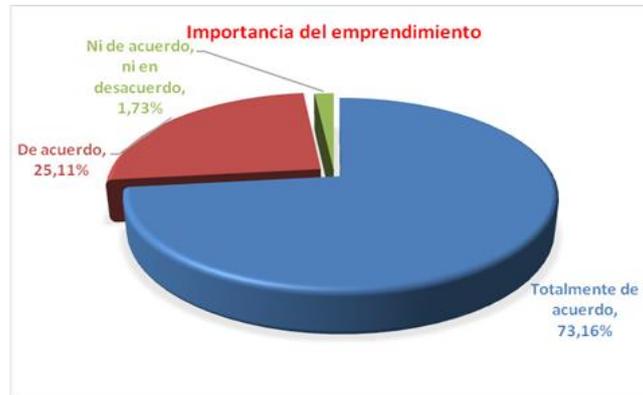
Resultados.

Para el procesamiento y análisis de la información de los distintos actores o participantes del presente trabajo de investigación, La tabulación e interpretación de los cuestionarios dirigidos a los ejecutivos empresariales de la provincia del Azuay, son un total de 15 ítems, que responden a (4) de tipo empresarial, (2) preguntas de gestión académica, (5) políticas de emprendimiento innovador, (4) elementos curriculares, de estas una fue tipo

Likert, para el presente análisis se han seleccionado únicamente cinco, los más trascendentales.

En el desarrollo de su gestión empresarial, es importante la aplicación del emprendimiento.

Figura 1. Importancia del emprendimiento.



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al enunciado sobre el desarrollo de la gestión empresarial, si es importante la aplicación del emprendimiento, la información recogida permitió determinar que el 73,16% están de acuerdo y le dan la valía e importancia al emprendimiento.

Por otro lado, el 25.11% estuvieron de acuerdo y finalmente el 1.73% ni de acuerdo, ni en desacuerdo, esto representa una ínfima parte, ante la importancia de entender que cualquier emprendimiento que uno anhele llevar adelante requiere tiempo, paciencia, perseverancia y dedicación.

¿Cuál de las siguientes competencias dentro de la cultura emprendedora le parece importante que deberían las Universidades impartir a sus estudiantes?

Figura 2. Competencias de la cultura emprendedora.



Fuente: Elaboración propia.

Los ejecutivos empresariales encuestados asumieron en su mayoría que es importante para la sostenibilidad la creatividad e innovación empresarial, que son dos términos de los que en la actualidad se habla con bastante frecuencia, pero que realmente no se lleva a la práctica en muchas empresas. La creatividad e innovación, no sólo son valiosas y fundamentales para alcanzar el éxito empresarial, sino que servirán para lograr que una empresa pueda sobrevivir en un mercado cada vez más competitivo, según la figura N°2 representa el 46,75%, por tales razones, la creatividad junto con la innovación son elementos que han venido interactuando en el entorno empresarial desde hace mucho tiempo, pero que a medida que los mercados se van haciendo cada día más competitivos, dichos elementos han tomado un papel protagónico y utilizan herramientas competitivas que les permitan sostenerse con éxito en el mercado.

De la misma manera, la formación emprendedora con el 39,39%, se ha convertido en los últimos años en una táctica social y de conocimiento para el desarrollo de habilidades que permiten en la población económicamente activa, realizar proyectos empresariales para el autoempleo con un mayor grado de certeza y posibilidad de mejorar la calidad de vida.

El 7.36% de ejecutivos empresariales encuestados, sostuvieron que el trabajo en equipo, que permite que un grupo cohesivo multidisciplinario este articulado al paradigma de la creatividad e innovación, en donde se ponga de manifiesto el diseño de productos y procesos, administración de operaciones, marketing, recursos humanos y otros temas afines.

El análisis indico, que el 4.76% de ejecutivos encuestados indicaron que el manejo de Tics, en los mercados, hoy por hoy, reflejan la importancia de la tecnología de la información en la economía, en virtud que permiten el desarrollo de los procesos productivos innovadores de manera sostenible.

En cuanto al autoaprendizaje los empresarios encuestados determinaron en un 0.87%, por ello que los empresarios manifiestan que el emprendimiento debe fomentar la capacidad en los estudiantes universitarios de resolver problemas, en la toma de decisiones y comunicación, su voluntad de asumir responsabilidades, cooperar y trabajar en red, capacidad de autoaprendizaje, proactividad e iniciativa, preparación para asumir riesgos, de allí que para la formación de futuros emprendedores, en la Universidad debe formarse futuros empresarios, trabajadores por cuenta propia, funcionarios, investigadores, docentes, altos cargos, dirigentes políticos, entre otros.

Por último, con el 0.87% de los ejecutivos empresariales encuestados sostuvieron que es importante fomentar el pensamiento crítico. Llama la atención en todos los actores encuestados la baja incidencia porcentual del pensamiento crítico.

¿Cuáles son los insumos principales que usted conoce para promover la cooperación a través de la integración productiva?

Figura 3. Cooperación a través de la integración productiva.



Fuente: Elaboración propia

En la pregunta sobre los insumos principales que usted conoce para promover la cooperación a través de la integración productiva, la información recogida permitió determinar, según los encuestados como se puede observar en la figura N°3, la opción de las políticas, reglamentos e incentivos, es la de mayor importancia, con un porcentaje del 27,30%, en tal sentido es necesario que la las UCACUE, en articulación con el gobierno nacional, concretamente con el Plan de Desarrollo Toda una Vida, trabaje con mayor énfasis en temas concernientes a las leyes, políticas, reglamentaciones y normativas para facilitar el fortalecimiento en materia de emprendimiento e innovación.

Con respecto, a los recursos humanos capacitados el análisis determinó que es la segunda considerada por los ejecutivos empresariales, con el 20%, por tanto, es conveniente destacar que los recursos humanos es parte fundamental de toda organización y/o empresa.

Un tercer componente considerado de manera representativa, con 17,23% de los encuestados es la transferencia de tecnología.

La información recogida permite determinar, que el 14.16% de ejecutivos empresariales encuestados manifestaron que los laboratorios de investigación y desarrollo + innovación, son importantes para la integración productiva.

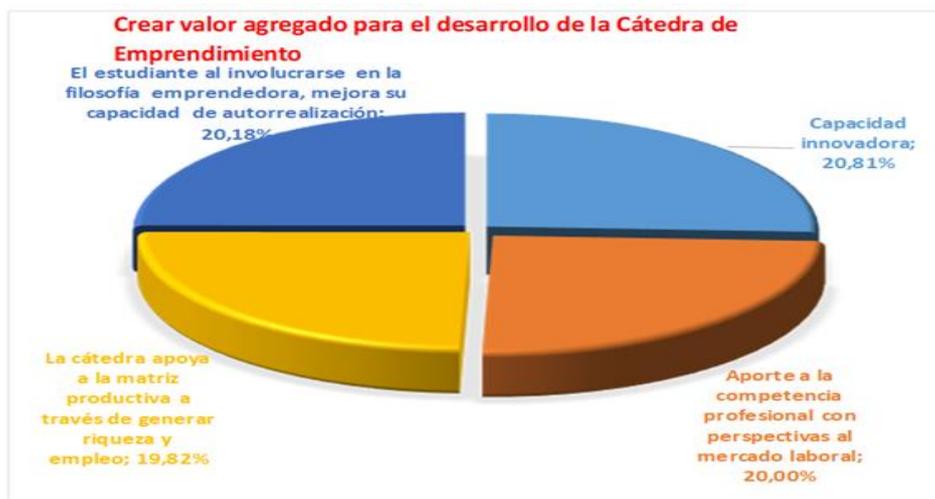
En relación, a la incubación y tutelaje, el 11.09%, de encuestado considero la necesidad de la creación de incubadoras y tutelaje responde a las necesidades de potenciación de las competencias en gestión del emprendimiento.

Finalmente, el 10.22% capital de riesgo y financiamiento, los ejecutivos empresariales indicaron que es importante impulsar las iniciativas de los sectores gubernamentales, con respecto a las fuentes de financiamiento, capital semilla, capital de riesgo, inversión

ángel, Inversión de riesgo, además de formas de financiamiento para impulso de proyectos de emprendimiento.

Del detalle de las siguientes ideas, según su criterio califique a las que permiten crear valor agregado para el desarrollo de la Cátedra de Emprendimiento.

Figura 4. Crear valor agregado para el desarrollo de la Cátedra de Emprendimiento.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las ideas que permiten crear valor agregado para el desarrollo de la cátedra de Emprendimiento, al analizar según la figura N°4, los ejecutivos empresariales encuestados consideraron el 20,81% que corresponde a la capacidad innovadora.

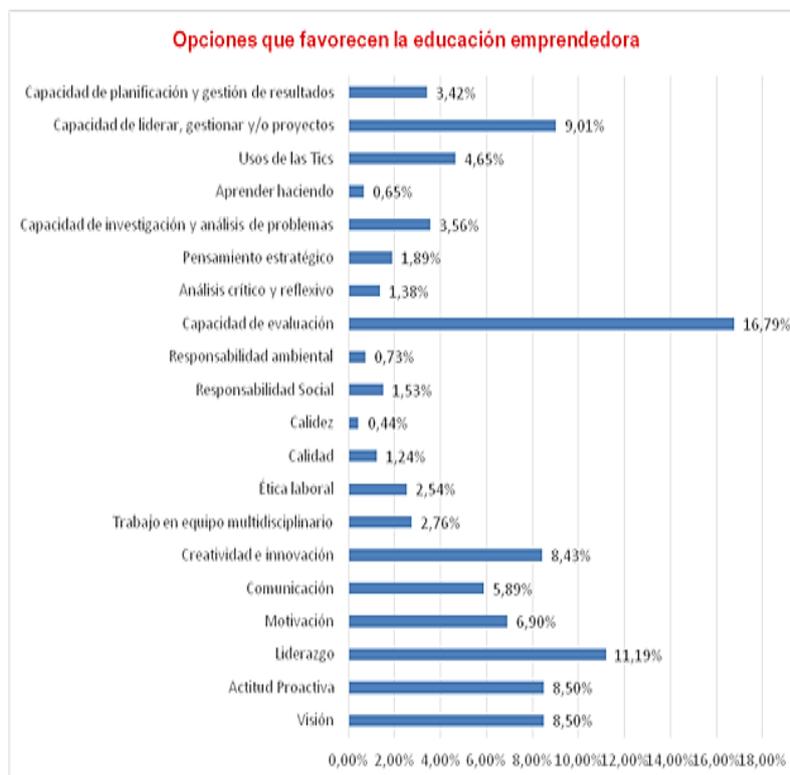
El 20,18% de los empresarios encuestados al involucrarse en la filosofía emprendedora, consideraron que mejora su capacidad de autorrealización, de allí que la cultura emprendedora debe ser trabajada a largo plazo, no se puede lograr encender la chispa de la creatividad en una sociedad en la que, la política, mercados, entidades financieras, capital humano y cultura, actúan de manera dispersa, la interacción de los seis elementos proporciona el hábitat básico para desarrollar emprendimientos innovadores. Con el 20%, los empresarios se pronunciaron con respecto al aporte a la competencia con perspectivas al mercado laboral, ya no alcanza con adquirir los conocimientos técnicos y teóricos, también es necesario tener una serie de conocimientos transversales, destrezas y aptitudes que puedan aplicarse a otros empleos y empresas y que permitan resolver los problemas profesionales de forma autónoma y flexible.

El 19,82% considera que la cátedra de emprendimiento apoyará a la matriz productiva a través de generar riqueza y empleo. Por último, con el 19,19% de los ejecutivos empresariales encuestados, manifestaron que la cátedra de emprendimiento aporta a elevar el nivel de conciencia social y ambiental, al respecto el cuidado del medio

ambiente, más allá de ser una medida para combatir el deterioro del planeta, también presenta una oportunidad de negocio.

¿Cuáles de las siguientes opciones, según su criterio, favorecen la educación emprendedora?

Figura 5. Opciones que favorecen la educación emprendedora.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la consulta sobre las opciones que favorecen la educación emprendedora, el análisis determinó que la capacidad de evaluación que representa el 16,79%, favorecería a la educación emprendedora.

Los resultados evidencian, que el liderazgo ayudaría a mejorar la educación emprendedora, esta consideración representa el 11,19%, de los encuestados, es por ello que el liderazgo es la capacidad de influir positivamente para el logro de un fin valioso, común y humano, por consiguiente, la capacidad de liderazgo debe ser conocida por los alumnos, tanto para cultivarla y orientarla, como para reconocerla en otras personas, en este aspecto, el liderazgo constituye una característica básica de la competencia emprendedora: el emprendedor debe liderar e ilusionar a las personas con las que se interacciona a diario.

El 9,01% de los ejecutivos empresariales manifestaron que es importante la capacidad de liderar y gestionar proyectos, es por ello que un gestor de proyectos debe estar suficientemente capacitado para liderar a los integrantes de su equipo de trabajo. Además,

debe poder orientar el esfuerzo individual hacia la obtención de beneficios de carácter grupal. A su vez, debe velar por el compromiso del equipo con el proyecto a realizar.

Por su parte, con el 8,50% los empresarios encuestados, consideraron a la visión como aquella que ayudaría a mejorar la educación emprendedora, es por ello que se ubica más allá de un objetivo común y corriente, pues es de cierto modo la razón por la que hay que organizar, planificar y trabajar duro día a día, en busca las metas planteadas, para la consecución de los beneficios y el éxito esperado.

El 8,50%, está la actitud proactiva del emprendedor, que implica ser una persona activa, positiva, que se enfoca en hacer que las cosas sucedan y no se queda en el lamento de aquello que no funciona, sino que mientras otros se quejan, él verdadero emprendedor genera una solución y es independiente de las circunstancias.

Igualmente, los empresarios en un 8,43% manifestaron que la creatividad e innovación fortalecerá la educación emprendedora.

Por otro lado, entre las opciones que favorecen a la cultura emprendedora el 6,90%, consideraron la motivación emprendedora, por tanto, es un factor importante para contribuir con el desarrollo de una sociedad, por tales razones es importante el proveer instrumentos para canalizar las acciones de los emprendedores potenciales para alcanzar el éxito esperado.

Con el 5,89% los empresarios indicaron que la comunicación es importante para impulsar la

cultura emprendedora, es bien sabido que la comunicación es la base del emprendimiento, es por ello que es importante en todos los aspectos de la vida personal, profesional y laboral.

El análisis indicó que dentro de las opciones más relevantes optadas por los empresarios encuestados se encuentra el uso de las Tics con el 4,65%, por ello que expertos en emprendimiento y tecnologías están de acuerdo que las mismas, cumplen una importante función en el desarrollo y éxitos de emprendimiento llevados a cabo en la actualidad ya que para empezar una empresa es importante buscar información, llevar a cabo investigación y enterarse de las tendencias del mercado actual.

En menor proporción, entre las opciones que ayudarían a mejorar la educación emprendedora los ejecutivos empresariales se pronunciaron en el siguiente orden: capacidad de investigación y análisis de problemas con el 3.56 la capacidad de planificación y gestión de resultados con el 3.42%, trabajo en equipo multidisciplinario con un 2.76%, ética laboral con el 2.54%, pensamiento estratégico con el 1.89%, responsabilidad social con el 1.53%, análisis crítico y reflexivo con el 1.38%, calidad con el 1.24%, responsabilidad ambiental con el 0.73%, la opción aprender haciendo con el 0.65%, y finalmente calidez con el 0.44%.

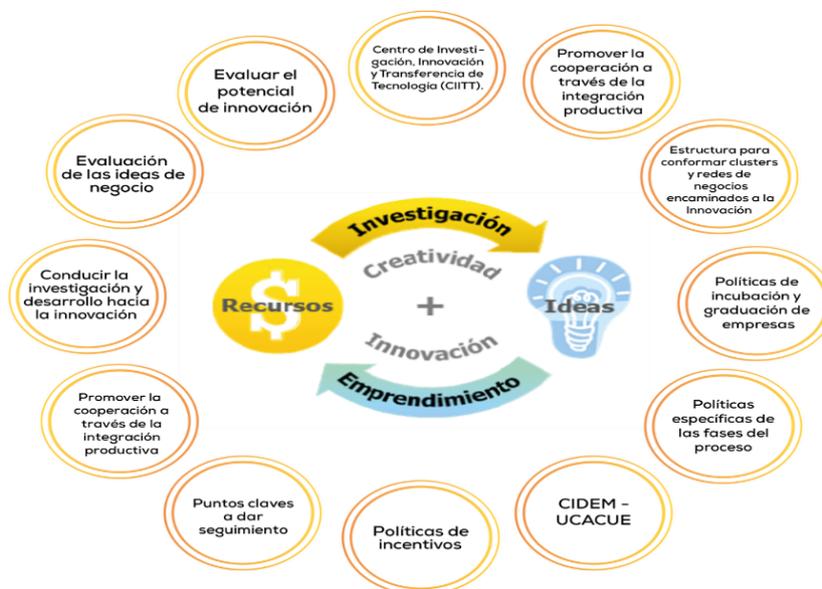
Propuesta.

A continuación, detallamos algunas actividades para determinar que es factible construir, un modelo de gestión teórico- académico para el desarrollo de políticas y programas de emprendimiento innovador en la Universidad Católica de Cuenca.

Es por ello que partimos del “generar ideas” más pertenece al ámbito de la creatividad e invención que de la innovación. Usualmente, los tres conceptos creatividad, invención e innovación, se relacionan y se asocian con el círculo de la investigación y el emprendimiento.

Para llevar adelante el modelo es necesario realizar las siguientes actividades, misma que se sintetizan en el grafico N° 6.

Figura 6. Actividades para promover el espíritu Emprendedor innovador.



Fuente: Elaboración propia.

La Universidad Católica de Cuenca, debe dar la utilización adecuada y eficiente al Centro de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología (CIITT), que tiene como objetivo constituirse en un centro de investigación de referencia a nivel nacional e internacional, haciendo uso de las mejores prácticas en el campo científico e integrando proyectos que fortalezcan la motivación y formación de los estudiantes y docentes, permitiendo la generación de emprendimientos innovadores.

Promover la cooperación a través de la integración productiva, será importante que la UCACUE, promueva e impulse el Coworking de emprendimiento, que consiste en una nueva forma de trabajo que permite a profesionales independientes, emprendedores, y MiPymes de diferentes sectores, compartir un mismo espacio de trabajo, tanto físico

como virtual, para desarrollar sus proyectos profesionales de manera independiente, a la vez que fomentan proyectos conjuntos.

Con respecto a la estructura para conformar clusters y redes de negocios encaminados a la Innovación la articulación de varios elementos a través de la cooperación alimentada con recursos y conocimiento, es la estructura que nos permitirá desarrollar clúster y redes de negocios conformados por empresas competitivas impulsadas por el FabLab, que basa su modelo competitivo en el acceso a maquinaria tecnológica de punta, el uso de software de última generación, servicios prestados por profesionales en innovación, diseño de productos y procesos, tecnologías varias, desarrollo emprendedor y empresarial con competencias de liderazgo, trabajo en equipo, diseño de productos y procesos, administración de operaciones, marketing, recursos humanos y otros temas afines.

En relación a las políticas de incubación y graduación de empresas, será articulado, gestionado y tutelado por Centro de Incubación de Empresas Estudiantiles y Desarrollo Empresarial - CIDEM., quien permanentemente trabajará en forma conjunta con las incubadoras sectoriales, la cátedra de emprendimiento conjuntamente con los Vicerrectorados Académico y de Investigación e Innovación, Vinculación con la Sociedad y Postgrado.

En lo que respecta a las políticas específicas de las fases del proceso, el Comité de Seguimiento y Evaluación promoverá y seleccionará las ideas de negocio de conformidad a lo establecido en los criterios de selección y evaluación, considerando: Gestión productiva.

Al finalizar el primer nivel de gestión productiva, los estudiantes presentarán sus ideas de negocio; clases de emprendimiento, al finalizar el primer nivel de clases, los alumnos presentarán sus ideas de negocio; concursos de emprendimiento.

Potencial de la idea de negocio, se dará preferencia a las ideas de negocio que proporcionen una base para la innovación. Las propuestas serán pre-seleccionadas según los siguientes criterios: Potencial de innovación, mercado; y, viabilidad técnica. Valores éticos culturales y profesionales. Solo se aceptarán ideas de negocios que demuestren respetar los siguientes valores y principios: La ética profesional, la cultura de la región; y, las leyes de la República del Ecuador.

Por su parte, el criterio de evaluación se propone en el siguiente orden de criterios: Valor al cliente, tamaño del mercado objetivo, ventajas competitivas, nivel de exclusividad; y, nivel de cumplimiento, matriz de evaluación comercial y estratégica, proporciona una evaluación más detallada de una idea de negocio según los siguientes criterios: Potencial de utilidades, potencial de crecimiento, potencial de diversificación, ventaja competitiva potencial; y, riesgos estratégicos potenciales. Por su parte, al menos un socio debe tener dedicación a tiempo completo al emprendimiento.

Contar con la aprobación del Comité de Seguimiento y Evaluación, para ello se propone considerar algunos criterios de evaluación: Análisis de factibilidad, el proyecto será factible si satisface los criterios de viabilidad en todos sus aspectos de su actuación, estos pueden ser:

Viabilidad financiera (VAN, TIR, B/C), viabilidad de mercado, viabilidad técnica, viabilidad medioambiental; y, viabilidad legal y administrativa.

En relación al CIDEM – UCACUE, durante esta fase, las empresas serán incentivadas a acelerar su crecimiento. Con este fin, se les asesorará para aumentar su competitividad, mejorar su calidad y expandir a otros mercados, para lo cual tendrá dentro de sus funciones las siguientes: Participación activa en una red de negocios o clúster, gestión de la innovación como un proceso de mejora continua, adopción de las mejores prácticas según el sector y mercado al que se dirige, cumplimiento con las normas y estándares según el sector y mercado al que se dirige; y, proceso de certificación o satisfacción de criterios de calidad de ámbito local, regional o internacional según el sector y mercado, será importante considerar los siguientes índices a lo largo del tiempo: Utilidad neta, utilidad neta / ventas, utilidad neta / patrimonio (ROE), Utilidad neta / activos totales (ROA); y, Índices de liquidez y solvencia.

En relación a las políticas de incentivos, las fuentes de financiamiento de la propuesta, es importante destacar que en la Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación, permite dotar a los organismos gubernamentales de capital semilla, capital de riesgo, inversión ángel, Inversión de riesgo, además de formas de financiamiento colectivo o Crowdfunding, que son plataformas de financiamiento colectivo, que son recursos no reembolsables en muchos casos y sin generación de intereses que se otorgarán a proyectos de emprendimiento, que se corresponda con la Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación, (2020)

Así mismo, con respecto a los puntos clave, es importante dar respuesta a la siguiente interrogante: ¿Cómo conseguir los profesores y contenidos para los cursos de emprendimiento?, para dar respuesta a esta interrogante considero que es importante invitar a profesores de instituciones que son líderes en temas de emprendimiento e innovación a intercambiar experiencias comunes con la UCACUE, entre las cuales se puede citar los siguientes centros de educación superior a saber: UTPL, UPC, EAE BUSINESS SCHOOL, EAN UNIVERSIDAD, STANFORD UNIVERSITY, MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY (MIT), CAMBRIDGE UNIVERSITY, OXFORD UNIVERSITY, STOCKHOLMS UNIVERSITET, entre otras). Hoy en día se puede incluso pensar en clases virtuales, por la pandemia del corona virus.

De igual manera, conducir la investigación y desarrollo hacia la innovación, para inducir la creatividad e innovación, la UCACUE debe provocar cambios en el entorno en el que se producen las actividades de investigación y desarrollo. Eso, a su vez, supone cambios culturales en muchas prácticas y actitudes convencionales, por ello es conveniente,

establecer horarios de trabajo más flexibles, contar con áreas integradas de ocio, ejercicios y recreación, ambientes que proporcionen oportunidades de integración entre grupos, fomento de cortos periodos de actividades físicas, programación de vistas al laboratorio de fabricación digital fabLab y al CIITT.

Igualmente, evaluación de las ideas de negocio, no es nada fácil evaluar una idea de negocio cuando ni siquiera se dispone de los resultados de una encuesta o de un estudio de mercado. En este caso, se recurre a una evaluación cualitativa y se asigna notas según los criterios que se consideren apropiados, se analizará la propuesta de valor de la empresa y de cada producto o servicio que la empresa quiera colocar en el mercado, así mismo la evaluación comercial y estratégica evaluará la idea de negocio, bajo un conjunto completo de criterios, mercadeo, productividad, competitividad e internacionalización de los bienes y/o servicios.

Por último, valuar el potencial de innovación, sobre la innovación del producto, con la creación de nuevos o mera de los existentes, innovación de procesos, nuevos procesos de producción y distribución, innovación de mercado con nuevos métodos de comercialización, como en esta época de COVID el comercio electrónico por ejemplo ha tomado mucho auge.

Conclusiones:

Se explican las principales conclusiones, integrando los resultados de las encuestas a los ejecutivos empresariales y la técnica de la observación:

- La información recogida, a los ejecutivos empresariales permitió determinar que el manejo de tecnología es considerado como una de las competitividades más notables e importantes, misma que implica herramientas que hacen más fácil usar, crear, administrar e intercambiar información, la tecnología es esencial para el éxito empresarial. Los administradores y empleados dependen de ella para las operaciones del día a día.
- Referente a la Cátedra de Emprendimiento, los ejecutivos empresariales en un 49,35%, revelan que se debe generar valor agregado, coinciden además la autoridades entrevistadas, en el hecho de que el estudiante al involucrarse en la filosofía emprendedora, mejora su capacidad de autorrealización, cuyo objetivo de esta materia es conocer y aplicar diversas estrategias para estimular la creatividad y la competitividad, incentivando el espíritu emprendedor que le permitan poner en práctica de manera innovadora los conocimientos adquiridos, tomando como base la solución de un problema de empleabilidad a una oportunidad de negocio.
- Existen coincidencias de los actores sociales encuestados, considerando las iniciativas, proponen que se debe desarrollar actividades académicas curriculares, mediante una simulación de negocios como una herramienta de aprendizaje

empresarial para desarrollar la competitividad, en virtud que es una herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje, dado que permiten establecer un ambiente virtual de negocios a fin que los estudiantes tengan la oportunidad de participar, a través de un conjunto de decisiones, en el proceso de dirección de una empresa o de un área específica de la misma

- La información recogida permitió determinar que los emprendedores, gerentes y empresarios difícilmente dictarían materias curriculares, pues para dar clases se necesita experiencia pedagógica. Su involucramiento deberá enfocarse en las actividades extra-curriculares (mentorías, casos de estudio, conferencias, entre otras).
- Las ideas y planes de negocios de acuerdo a los empresarios, es importante para promover la creación de empresas, esto no implica una estructura complicada, información o capacitación especial para realizarlo, solo se requiere información detallada, completa y fácilmente comprensible. Un plan de negocios es necesario e importante para cualquier emprendimiento, grande o pequeño e incluso para lanzar un producto o servicio nuevo, por más pequeño que este sea. La importancia de un plan de negocios gravita en tres razones fundamentales como es la parte administrativa, de factibilidad y la financiera.
- El modelo constituye un documento teórico-metodológico que se deriva del proceso de fortalecimiento de la UCACUE y abre el camino hacia el perfeccionamiento continuo de toda su gestión y el rediseño de sus procesos; se ratifica su orientación pedagógica desde los enfoques, principios, ejes sustantivos y conceptos de la pedagogía crítica, pero enriquecidos desde la teoría de la Complejidad.
- Reforzar los procesos académicos de la UCACUE, que contribuyan a las líneas de acción propuestas en la Agenda Zonal de la Región 6, las mismas que deben basarse en la transformación de la Matriz Productiva; reducción de brechas y desigualdades socioeconómicas; y, sustentabilidad patrimonial.
- Fortalecer y ampliar los convenios interinstitucionales con las instituciones gubernamentales y privadas, el objetivo es promover el desarrollo de políticas públicas que faciliten y consoliden la relación entre el Estado, la academia y el sector productivo empresarial, mediante acuerdos de apoyo de organismos de desarrollo local de la región 6, cuyo objeto sea la capacitación de docentes y estudiantes y la participación conjunta, mediante el intercambio de buenas prácticas emprendedoras y propuestas de construcción de espacios de aprendizaje y debate académico.
- Se recomienda motivar a los estudiantes para que sean dueños de sus propios negocios, capitalicen sus ideas de negocios hasta alcanzar sus metas, el rol de la

UCACUE, debe ser lograr una educación emprendedora e innovadora que permita que sus profesionales graduados se conviertan en verdaderos agentes del desarrollo local.

- Es importante destacar que existe coincidencias en el hecho de trabajar en formación emprendedora; la Universidad debe enfrentar al continuo reto de mejorar sus programas de capacitación en Emprendimiento para otorgar a los emprendedores actuales y potenciales las herramientas que necesitan los estudiantes para iniciar o hacer crecer su negocio, mediante una propuesta de valor, para lograr las mejores posibilidades de éxito de sus nuevas empresas o iniciativas o ideas empresariales, con una clara aportación al desarrollo sostenible del territorio de incidencia.
- Se recomienda la creación del proyecto de incubadora de empresas, llamado Centro de Incubación de Empresas Estudiantiles y Desarrollo Empresarial - CIDEM, para lo cual se ha planteado como línea estratégica, el apoyo a la consolidación del emprendimiento académico; con pertinencia y capacidad de asesorar y acompañar eficazmente a los estudiantes, graduados y docentes de la Universidad Católica de Cuenca, en la creación y desarrollo de sus empresas que aporten al progreso, local, regional y nacional.
- El contenido de los cursos pedagógicos debe enfocarse en liderazgo, las tecnologías de la información y comunicación y los negocios, resaltando el papel de la creatividad e innovación en un ambiente competitivo, y utilizando una pedagogía que involucre trabajo en equipo y que, sobretodo, sea motivante.

Referencias bibliográficas:

- Arias, F. (2016). El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. (7ª Edición), Caracas – Venezuela. Editorial El pasillo, C.A.
- Albuquerque, F. (2004). El Enfoque del Desarrollo Económico Local, Organización Internacional del Trabajo, ISBN: 92-2-316549-0, (1), 2-84 2004.
- Hernández Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2016). Metodología de la Investigación (Quinta Edición). México: Panamericana Formas e Impresos S.A., pág. 51.
- Lee R. y Jones O. (2008). Networks, Communication and Learning during Business Start-up: The Creation of Cognitive Social Capital. *International Small Business Journal*, 26 (5), 559-594.
- Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación, (2020), Esta Ley fue publicada en el Suplemento del Registro Oficial N° 151, del 28 de febrero del 2020.
- Mata, O. (2014). Los Proyectos Solidarios de Salinas de Guaranda y su Aporte para la

Construcción de “Otra Economía”. Tesis de Maestría, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Ecuador

Pérez, L. (2016). Propuesta metodológica para la caracterización de pautas emprendedoras en materia de emprendimiento universitario.

SENPLADES. (2017). Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021. Quito: SENPLADES, Gaceta oficial N° 681 del 13 de julio del 2017.

Shane S. (2004). Encouraging University Entrepreneurship? The Effect of the Bayh-Dole Acton.

Schumpeter, J. (2004). Capitalismo, socialismo y democracia. Ed. Folio. Pág. 18-124.

Tobar, L. (2014). Las pequeñas y medianas empresas en Cuenca, su impacto en la economía local, Universidad de León España, recuperado de file:///Tesis_%20Pequeñas%20y%20medianas%20empresas%20en%20Cuenca.pdf

Urbano, D. (2008). Invitación al emprendimiento: Una aproximación a la creación de empresas Centros de investigación en emprendimiento. Editorial UOC.UPC. Emprendimiento (2018). Proceso de formación de empresas.

Villar, F. (2015). Los estilos de aprendizaje y su aplicación en la formación para El emprendimiento, de la Universidad de Burgos, Facultad de Educación, Burgos-España

Yuni, J y Urbano, C. (2006). Técnicas para investigar, segunda edición. Buenos Aires: Brujas.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Becerra Molina, E. (2020). El descubrimiento de oportunidades para crear valor a través del emprendimiento e innovación. *Ciencia Digital*, 4(3), 117-137. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1305>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Diseño de un bioreactor tipo UASB para el tratamiento de lixiviados provenientes de residuos urbanos



Design of a UASB reactor for the treatment of landfill domestic waste leachate

Fabián Ernesto Arias Arias ¹, Edison Geovanny Amaguaya Shagñay. ², Luis Santiago Carrera Almendáriz. ³ & Adrián Alejandro Rodríguez Pinos. ⁴

Recibido: 13-04-2020 / Revisado: 17-05-2020 / Aceptado: 20-06-2020 / Publicado: 23-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1306>

A wastewater treatment system was designed for leachate degradation; the main components of the system were UASB reactors. Degradation was performed in a pilot plant reactor which required 35 days to reach an optimal temperature between 35 and 45 °C. Moreover, pH was maintained between 8,3 and 8,77. The chloride content increased from 2013,56 to 2902,17 mg/L and alkalinity varied from 4100 mg/L to 5546,67 mg/L. Meanwhile, ammoniacal nitrogen, biological oxygen demand and chemical oxygen demand contents decrease by 86,30%, 83,73%, and 74,97%, respectively. After 5 days of treatment, further degradation in the reactor was not significant, therefore, this time period was established as a maximum prior to recirculation. Based on these results, the treatment system was designed for a leachate capacity of 56,75 m³/day which would be transported by a pump of ½ hp and 110V with a flow of 5-25 L/min. In addition, the leachate would be treated in 4 UASB reactors of 17,64 m³ and 321,05 kg of capacity each; the feed and products of these reactors would be stored in tanks of 62,40 m³.

Keywords: UASB, leachate, wastewater, environment.

¹ University of Calabria, Department of Environmental and Chemical Engineering, Calabria, Italia..
fabianariasarias@gmail.com

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador. @esPOCH.edu.ec.
edigeovanny_94@yahoo.com

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador.
luissantiago.carrera@esPOCH.edu.ec

⁴ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador.
adrian.rodriguez@esPOCH.edu.ec

Resumen.

El presente estudio tuvo por objetivo diseñar un sistema de tratamiento en base a reactores tipo UASB para degradar lixiviados en rellenos sanitarios. Previo al diseño, se realizaron pruebas en un reactor a escala piloto en donde se obtuvieron las condiciones óptimas para el tratamiento y se observó la degradación del lixiviado. Se determinó que el reactor requiere 35 días para alcanzar el rango de temperatura óptimo de 35-45°C y una vez alcanzada esta temperatura requiere de recirculación cada 5 días. Con respecto a los parámetros del lixiviado, se pudo notar un pH=8,3-8,77, el contenido de cloruros varió entre 2013,56 mg/L-2902,17mg/L, la alcalinidad tuvo valores de 4100 mg/L-5546,67 mg/L, el nitrógeno amoniacal alcanzó una reducción del 86,30% mientras que el DBO y el DQO se degradaron en un 83,73% y 74,97%, respectivamente. En base a estos resultados, se diseñó un sistema de tratamiento con capacidad de tratar caudales de 56,75 m³/día; se propuso una bomba de ½ hp y 110V que puede manejar un flujo volumétrico de 5-25L/min. Además, se diseñaron tanques de almacenamiento con un volumen de 62,40 m³. Finalmente, se consideraron 4 reactores UASB con un volumen de 17,64 m³ capaces de manejar un flujo másico de lixiviado de 321,05 kg.

Palabras claves: UASB, lixiviados, aguas residuales, ambiente.

Introducción.

El tratamiento de residuos es considerablemente uno de los mayores problemas que enfrentan los países en desarrollo. En general, muchos de los residuos sólidos sin una previa clasificación son depositados en rellenos sanitarios que con el pasar del tiempo pueden generar lixiviados debido a su descomposición o por el contacto de los residuos con agua filtrada por el suelo (Contreras y Suarez, 2006). Los lixiviados se consideran como aguas residuales de compleja composición que pueden causar afectación al ambiente y a los seres vivos por su toxicidad.

Los lixiviados pueden ser tratados mediante varios procesos siendo el tratamiento biológico anaeróbico una alternativa debido a su bajo costo en términos de energía e infraestructura. Además, una de las ventajas más grandes de este tratamiento es que se reduce la cantidad de lodos en comparación con un tratamiento de aguas convencional lo cual permite eliminar las unidades de digestión de lodos. A pesar de la reducción de lodos, estos últimos pueden ser utilizados como una fuente de energía no convencional. (Torres et al. 2005) (Malina y Pohland, 1992). Los tratamientos biológicos anaeróbicos son utilizados para lixiviados que tengan una relación mayor a 0,4 entre la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y demanda química de oxígeno (DQO) (Martínez López et al. 2014). Generalmente, los lixiviados pueden ser descargados a los cuerpos de agua al disminuir DBO, DQO y la concentración de amonio (Kettunen et al.1996).

El reactor de tipo UASB (upflow anaerobic sludge blanker o reactor anaeróbico de flujo ascendente) es utilizado para el tratamiento anaeróbico de lixiviados. De acuerdo a Kettunen y

Rintala (1998), mencionan que los tratamientos en reactores UASB son utilizados cuando los valores de DQO son mayores a 800 mg/L y cuando la relación DBO/DQO se encuentra entre 0,3 - 0,7. En ocasiones los reactores UASB son complementados con tratamientos de lodos activados, filtros percoladores o lagunas.

El reactor de flujo ascendente consiste en bacterias en forma de gránulos que se desarrollan en un lodo biológicamente activo para degradar materia orgánica. La densidad de las bacterias asociadas en gránulos permite que las mismas sedimenten en el digestor y así la biomasa permanece en el reactor sin necesidad de soporte adicional (Kennedy y Lentz, 2000). En muchos casos se prefiere una degradación anaeróbica debido a que existen productos secundarios como el metano y el lodo biológico tiene una tasa de crecimiento baja.

Los principales parámetros a considerar en los reactores UASB son la temperatura y el pH del medio. Al tratar con sistemas que se encuentran a temperatura ambiente, la población bacteriana que se encuentra es de tipo mesófila y se desarrolla óptimamente a temperaturas de 15 a 27°C en un ambiente propicio para el desarrollo metabólico de los microorganismos y una generación adecuada de biomasa (Salazar Gámez y Saavedra Antolínez, 2009).

En el caso del pH, es importante mantener un nivel óptimo por dos principales razones. Primero, las reacciones químicas que se producen en el reactor pueden ser favorecidas dependiendo del pH del sustrato. Segundo, los microorganismos se desarrollan favorablemente en ambientes de pH neutro (Madigan et al. 2010). Sin embargo, existen estudios que han conseguido un mejor tratamiento de lixiviados en rangos de pH de 5,5-8,4 (Parra-Orobio et al. 2014).

Los lixiviados que se generan en su relleno sanitario son llevados hacia un depósito en el cual son tratados biológicamente de forma anaerobia. Sin embargo, el tratamiento no es lo suficientemente óptimo para poder reincorporar el agua a cuerpos hídricos, lo cual en algún momento puede causar problemas de almacenamiento. Por esta razón, es fundamental realizar un tratamiento biológico adecuado para que las aguas residuales tratadas puedan cumplir con las normas ambientales establecidas en la reforma al TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente). La presente investigación está orientado al diseño de un sistema de tratamiento UASB para los lixiviados producidos rellenos sanitarios de tal forma que las propiedades físico-químicas y biológicas de las aguas residuales se encuentren dentro de los parámetros establecidos en la norma ambiental nacional.

Metodología

Los lixiviados utilizados para esta investigación fueron obtenidos de un relleno sanitario. Los lodos activados utilizados como fuente de microorganismos provienen de una planta de tratamiento de aguas residuales específicamente de las eras de secado.

Muestreo y caracterización de lixiviados.

Se tomaron 40 litros de lixiviado en el periodo de mayor actividad del relleno sanitario (7 am-7 pm). Esta cantidad de lixiviado fue recolectada mediante un muestreo compuesto previo a su caída en la piscina almacenadora de lixiviados. Los volúmenes de cada alícuota para posteriormente obtener los 40 L de la muestra total se obtuvieron mediante la Ec.1. En el caso de los lodos activados, se tomaron 5 kg de los lodos en exceso de un reactor Imhoff por muestreo simple.

$$V_i = \frac{V \times Q_i}{n \times Q_p} \quad \text{Ec. 1}$$

V_i = volumen de cada alícuota

V = volumen de la muestra total

Q_i = caudal instantáneo de cada muestra

Q_p = caudal promedio durante el muestreo

n = número de muestras tomadas

Los principales parámetros para controlar los lixiviados se muestran en la Tabla 1. El control de estas propiedades implica el óptimo funcionamiento del reactor y la posibilidad de descargar el efluente hacia cuerpos hídricos.

Tabla 1. Parámetros físico-químicos de lixiviados.

Parámetro.	Tipo de método.	Códigos APHA-AWWA
Cloruros	Volumétrico - Argentométrico	4500 Cl-B
Alcalinidad	Volumétrico	2320-B
Nitrógeno amoniacal	Colorimétrico - Nessler	4500 NH4-C
DBO	Oxido Reducción	5210-B
DQO	Oxido Reducción	5220-D
pH	Potenciométrico	4500 h-B
Temperatura	En campo	2550-B

Fuente: Amaguaya Shagñay (2019). Adaptada de Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater [Standard Methods], 2020.

Condiciones de evaluación y diseño del reactor.

El sistema UASB para el tratamiento de lixiviados en el relleno sanitario fue diseñado a partir de valores de referencia obtenidos en un reactor piloto UASB en el cual a su vez se trató el lixiviado; los valores de referencia se encuentran listados en la Tabla 2. El tratamiento del lixiviado en el reactor piloto comenzó por la mezcla de los lodos activados del reactor Imhoff con estiércol de ganado en una relación 2 a 1 para la mejora de la carga bacteriana (Orozco et al. 2014). Luego, la mezcla se secó por 24h a una temperatura de 40°C y posteriormente se introdujo al reactor de tal forma que cubra el 70% del volumen efectivo del reactor.

Los sensores de temperatura del reactor y de la potencia de la bomba peristáltica fueron controlados por un sistema arduino el cual es un sistema de código libre que permite controlar diferente variables en un proceso. Una vez alcanzada la temperatura de 30-45°C, se consideró como iniciado el tratamiento de lixiviado; las muestras fueron analizadas mediante dos metodologías. La primera forma fue el análisis luego de 24 horas de alcanzar la temperatura óptima y la segunda forma fue mediante recirculación cada 24 horas a partir del segundo día por un periodo total de 7 días.

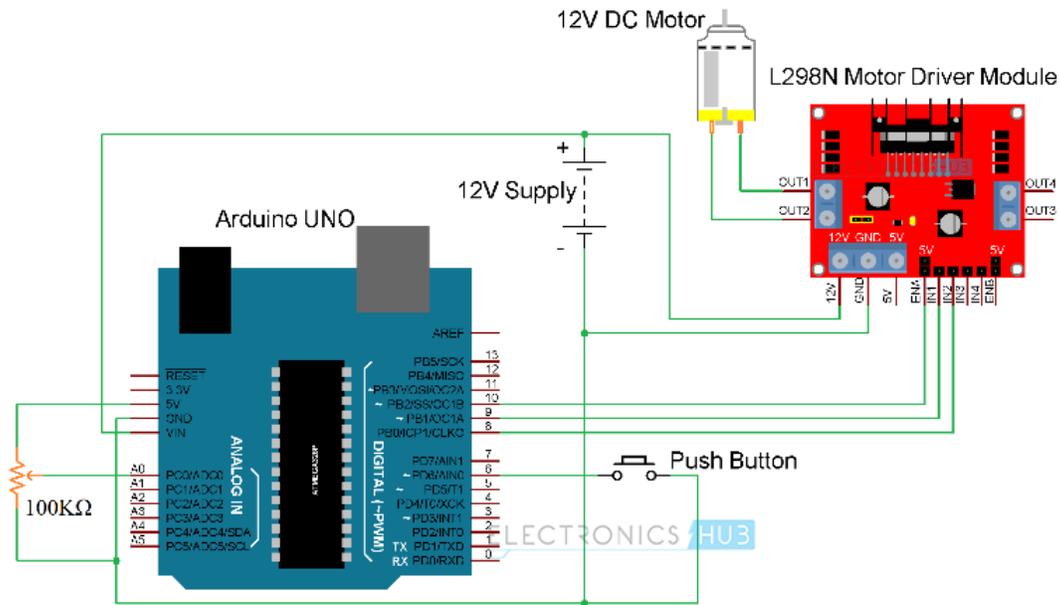


Figura 1. Diseño de conexión Arduino al chip alimentador de la bomba.

Fuente: Amaguaya Shagñay (2019)

Tabla 2. Valores de referencia para diseño

Parámetro.	Símbolo	Rango	Unidad de medida	de
Demanda Química de Oxígeno	DQO	Valor de caracterización.	kg/m ³ d	
Tiempo de residencia hidráulico	TRH	0,7-1	día	
Diámetro	D	De acuerdo al material a usar	cm	
Caudal	Q	7	mL/min	
Ancho mínimo interno de la campana	H _T	2	cm	
Altura tope del separador GLS sobre la superficie del liquido	L _T	2	cm	
Angulo de inclinación de la campana.	α	60	°	
Angulo de inclinación de los deflectores	β	45	°	

Fuente: Amaguaya Shagñay (2019). Adaptada de Lettiga et al. (1980).

La temperatura se controló constantemente para que no exista ninguna variación dentro del rango óptimo. El pH se lo analizó cada dos días a partir del primer día que se colocaron los lodos activados en el reactor en la mitad del lodo y en la sección superior del reactor. Con respecto al DBO, DQO y nitrógeno amoniacal, los análisis se realizaron por 7 días a partir de haber alcanzado la temperatura óptima para comprobar que el reactor se encuentre degradando el lixiviado. Simultáneamente, los valores de estos tres parámetros se compararon en forma de porcentaje con los parámetros del lixiviado sin tratar.

Para el diseño del sistema UASB, se utilizaron las ecuaciones de diseño de reactores UASB mostradas en la Tabla 3 y se siguió una metodología específica que partió de la determinación del caudal de lixiviados en un vertedero triangular ubicado en el relleno sanitario por 7 semanas. Para la determinación del caudal, primero se midió la altura del fluido (H), segundo se aplicó la Ec. 2 y tercero se manipularon los datos para determinar un caudal promedio. Una vez obtenido el caudal promedio, a partir de los parámetros físico, químicos y biológicos del lixiviado tratado en el reactor piloto se determinó el tiempo de recirculación del reactor y el tiempo de residencia hidráulico óptimo.

Tabla 3. Ecuaciones de diseño.

Nombre	Símbolo	Ecuación
Caudal del lixiviado	Q	$Q = 1,4xH^{\frac{5}{2}}$ Ec.2
Volumen del reactor	V_R	$V_R = TRH \cdot Q$ Ec.3
Área del reactor	A_R	$A_R = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$ Ec. 4
Radio del reactor	R_R	$R_R = \frac{D}{2}$ Ec. 5
Altura efectiva del reactor	L	$L = \frac{4 \cdot V_R}{\pi \cdot D^2}$ Ec. 6
Carga hidráulica	C_H	$C_H = \frac{Q}{A_R}$ Ec. 7
Flujo másico	F	$F = V_R \cdot DQO$ Ec. 8
Velocidad de Flujo en la campana	V_f	$V_f = 4C_H$ Ec. 9
Área de abertura	A	$A = \frac{Q}{V_f}$ Ec. 10
Área de sección transversal de la campana	A_C	$A_C = A_R - A$ Ec. 11
Radio mayor de la campana	R_C	$R_C = \sqrt{\frac{A_C}{\pi}}$ Ec. 12
Ancho de la abertura	W_A	$W_A = R_R - R_C$ Ec. 13

Ancho de la campana	W_G	$W_G = R_R - W_A - 0,5(H_T)$ Ec. 14
Altura de la campana	H_g	$H_g = W_G \cdot tg\alpha$ Ec. 15
Traslapo	T_V	$T_V = 1,5(W_A)$ Ec. 16
Ancho de los deflectores	W_D	$W_D = T_V + W_A$ Ec. 17
Longitud de los deflectores	L_D	$L_D = 2W_D tg\beta$ Ec. 18

Fuente: Amaguaya Shagñay (2019). Adaptada de Lettiga et al. (1980).

Resultados

Utilizando la Ec.2, y con una altura de fluido que varía por cada día, se obtuvo un caudal inicial (Q_i) de 785,83 L/h. Para el caudal promedio, se ocupó el dato del día anterior que fue Q_p de 970,41 L/h. En base a estos datos, se empleó la Ec.1 para la obtención del volumen de las alícuotas el cual fue de 2,7 L. Esto implica la recolección de 12 alícuotas de 2,7 L de lixiviado.

El diseño del reactor piloto parte de los datos de referencia localizados en la tabla 2. Los valores que se modificaron fueron un $TRH=1$ día y el DQO del lixiviado sin tratar que fue de 18,2 Kg/m³d. En base a estos valores, se realizaron los cálculos correspondientes de las ecuaciones mostradas en la tabla 3 para obtener los valores para el diseño del reactor piloto que se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Valores para el diseño del reactor piloto.

Nombre	Símbolo	Valor	Unidad
Volumen del reactor	V_R	10080	mL
Área del reactor	A_R	74	cm ²
Altura efectiva del reactor	L	136,4	cm
Carga hidráulica	C_H	0,054	m/h
Flujo másico	F	0,18	kg/día
Velocidad de Flujo en la campana	V_f	0,378	cm/min
Área de abertura	A	18,52	cm ²
Área de sección transversal de la campana	A_C	55,48	cm ²
Ancho de la abertura	W_A	0,65	cm
Ancho de la campana	W_G	3,2	cm
Altura de la campana	H_g	5,5	cm
Traslapo	T_V	0,975	cm
Ancho de los deflectores	W_D	1,65	cm
Longitud de los deflectores	L_D	3,3	cm

Fuente: Amaguaya Shagñay (2019).

Una vez construido el reactor piloto con los valores de diseño respectivos, se procedió a realizar pruebas de tratamiento del lixiviado. Los parámetros del lixiviado sin tratar se muestran en la Tabla 5. Es importante notar que el DQO ha alcanzado un valor de 24800 mg/L debido a los frecuentes cambios meteorológicos de la zona y la constante variación de la composición de los residuos en el relleno sanitario (Caicedo Messa, 2006).

Tabla 5. Resultados de la caracterización inicial del lixiviado.

Parámetro.	Valor	Unidad
Cloruros	11438	mg/L
Alcalinidad	20 666	mg/L
Nitrógeno amoniacal	2050	mg/L
DBO	15853	mg/L
DQO	24 800	mg/L
pH	8,3	
Temperatura	14,5	°C

Fuente: Amaguaya Shagñay (2019).

La temperatura del lodo indica la iniciación del proceso de degradación del lixiviado. El reactor tomó la cantidad de 35 días para alcanzar la temperatura óptima de 35°C alcanzando inclusive temperaturas de 45°C. Una vez alcanzada la temperatura adecuada, luego de 24 horas se tomó la primera muestra para comprobar los cambios en sus parámetros; esto se continuó realizando por 6 días para un total de 7 días de tratamiento. Posterior a este periodo de tiempo se debe recircular el lixiviado; es decir se debe incorporar una nueva alimentación al reactor UASB con alta carga orgánica.

Los datos de los análisis realizados durante los 7 días de tratamiento se muestran en la Tabla 6. Los parámetros de control fueron cloruros, alcalinidad y pH. Se puede notar que no existe un aumento significativo en la cantidad de cloruros durante el tratamiento por lo que se puede concluir que no se afectó el crecimiento bacteriano.

Con respecto a la alcalinidad, existe una reducción significativa lo cual puede indicar un aumento de la concentración de ácidos grasos volátiles que puede inhibir el crecimiento bacteriano en el sistema (Orozco et al. 2014). Finalmente, el pH se mantuvo entre los valores 8,3 y 8,77 que está relativamente dentro del rango adecuado para el crecimiento bacteriano (5,5-8,5) (Parra-Orobio et al. 2014).

Los parámetros que indican una degradación del lixiviado son nitrógeno amoniacal, DBO y DQO. Para estos parámetros en la tabla 6, se indican los valores en cada día de tratamiento acompañados entre paréntesis por los porcentajes de variación.

Es importante notar que los valores de estos tres parámetros a partir del quinto día no poseen un cambio significativo lo cual puede indicar que se requiere alimentar al reactor con una nueva muestra de lixiviado. Con respecto al nitrógeno amoniacal se puede notar que en el quinto día existe una reducción del 85,61% lo cual indica la conversión de compuestos orgánicos a compuestos inorgánicos.

En el caso del DBO, existe una reducción en el quinto día del 82,51% lo que indica efectivamente la reducción de la carga orgánica del lixiviado mediante la acción de las bacterias. Finalmente, el DQO muestra una degradación al quinto día del 75,27%.

Tabla 6. Resultados de los análisis según el día de tratamiento.

Parámetro	Día						
	1	2	3	4	5	6	7
Cloruros (mg/L)	2599,67	2297,16	2297,16	2902,17	2316,07	2013,56	2571,31
Alcalinidad (mg/L)	5546,67	4733,33	4733,33	4300	4100	4266,67	4200
pH	8,4	8,45	8,45	8,4	8,3	8,4	8,77
Nitrógeno amoniacal (mg/L)	1429,17 (30,28%)	461,67 (77,48%)	461,67 (79,15%)	335 (83,66%)	295 (85,61%)	283,33 (86,18%)	280 (86,30%)
DBO (mg/L)	4473,33 (71,78%)	3766,67 (76,24%)	3766,67 (75,74%)	2873,33 (81,88%)	2773,33 (82,51%)	1866,67 (88,23%)	2580 (83,73%)
DQO (mg/L)	10 280 (58,32%)	9433,33 (61,76%)	9433,33 (63,73%)	7893,33 (68,00%)	6100 (75,27%)	5913,33 (76,03%)	6173,33 (74,97%)

Fuente: Amaguaya Shagñay (2019).

Para el diseño del sistema de tratamiento de los lixiviados a escala del relleno sanitario se determinó un caudal máximo de 56,75 m³/día, caudal mínimo de 12,87 m³/día y un caudal promedio de 19,87 m³/día. Se tomó en cuenta los parámetros mostrados en la tabla 2 y considerando un TRH=0,7 días, DQO= 18,2 kg/m³d, caudal medido (Qm = 56,75 m³/día) y un caudal bomba (Q= 25,2 m³/día). Este último, se bombeará al sistema de tratamiento mediante una bomba de ½ hp y 110V que puede manejar un flujo volumétrico de 5-25L/min.

Debido a que el reactor a partir del quinto día no muestra cambios significativos en el lixiviado, se necesitan dimensionar tanques de almacenamiento de lixiviados que puedan contener el caudal máximo. Dos tanques rectangulares con una capacidad total del doble del caudal máximo y con un

factor de seguridad del 10% con respecto al almacenamiento se diseñaron con las siguientes dimensiones: Volumen tanque= 62,40m³, Área tanque= 41,62m², Longitud base= 4,6m, Longitud de lados= 9,2m. Además, se diseñaron dos tanques rectangulares para la alimentación y el producto del reactor UASB cada uno con las siguientes dimensiones: Volumen tanque= 27,72m³, Área tanque= 9,24m², Longitud base= 2,15m, Longitud de lados= 4,3m. Todos los tanques tendrán un grosor de muro de 20cm.

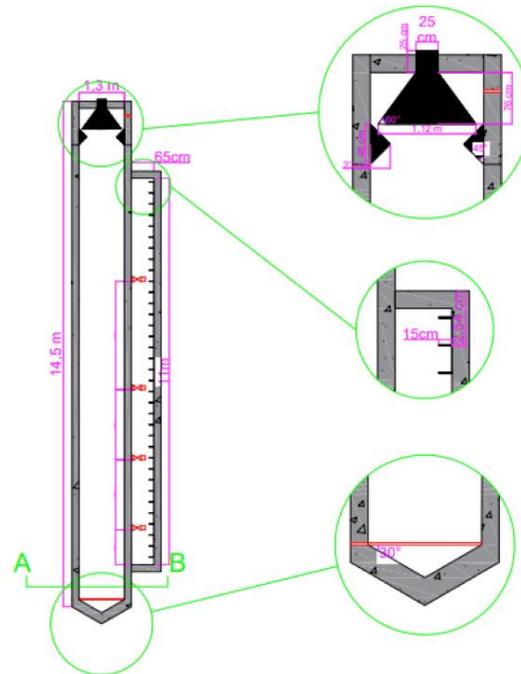


Figura 2. Diseño del reactor UASB para el tratamiento de lixivados provenientes de rellenos sanitarios.

Fuente: Amaguaya Shagñay (2019).

Finalmente, para que los reactores abastezcan el caudal máximo de lixiviados producidos en el relleno sanitario, se diseñaron 4 reactores de los cuales cada uno de ellos tiene una capacidad de la mitad del caudal máximo producido. Las características de los reactores diseñados se indican en la siguiente tabla.

Tabla 7. Valores para el diseño del reactor a escala de una planta de tratamiento.

Nombre	Símbolo	Valor	Unidad
Volumen del reactor	V _R	17,64	m ³
Área del reactor	A _R	1,33	m ²
Altura efectiva del reactor	L	13	m
Carga hidráulica	C _H	18,95	m/día
Flujo másico	F	321,05	kg/día
Velocidad de Flujo en la campana	V _f	75,8	m/día

Área de abertura	A	0,33	m ²
Área de sección transversal de la campana	A _C	1	m ²
Radio mayor de la campana	R _c	0,56	m
Ancho de la abertura	W _A	0,09	m
Ancho de la abertura de la campana	W _G	0,44	m
Altura de la campana	H _g	0,76	m
Traslapo	T _v	0,14	m
Ancho de los deflectores	W _D	0,23	m
Longitud de los deflectores	L _D	0,46	m

Fuente: Amaguaya Shagñay (2019).

Conclusiones

- Los rellenos sanitarios generan lixiviados que requieren un tratamiento adecuado para que sus líquidos residuales puedan cumplir con las normas ambientales establecidas y evitar la contaminación del medio ambiente que perjudicaría a las comunidades en el área de influencia del relleno. Todo líquido contaminante debe ser tratado antes de ser vertido en aguas superficiales o subterráneas, de tal manera que se propone a través del tratamiento biológico en biorreactores tipo UASB la remediación de estos efluentes.
- La caracterización físico-química de los lixiviados del relleno sanitario demuestran que los parámetros de concentración de nitrógeno amoniacal, DBO y DQO no cumplen con los límites permisibles según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA). Sin embargo, el lixiviado analizado presenta un pH de 8,3 considerado eficiente para la degradación anaeróbica.
- Con un caudal inicial de 785,83 L/h se realiza el cálculo de ingeniería y el dimensionamiento de un biorreactor tipo UASB que consta de dos tanques de almacenamiento, un tanque de alimentación para los reactores UASB, cuatro reactores UASB y un tanque de almacenamiento para el lixiviado tratado. El reactor alcanza condiciones óptimas de funcionamiento en 35 días con una temperaturas de 35-45°C permitiendo el crecimiento adecuado de la población bacteriana mesófila y pH de 8,30. La recirculación al quinto día demostró que el reactor es capaz de disminuir los parámetros de interés hasta rango permisibles según Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) para la descarga del lixiviado en fuentes de agua alcanzando una concentración de nitrógeno amoniacal de 280 mg/L, DBO de 2773,33 mg/L y DQO de 6100 mg/L.
- Se abren líneas de investigación futuras respecto a la optimización del proceso en función de las condiciones de operación y el estudio de la cinética de la degradación del lixiviado.

Referencias bibliográficas.

Amaguaya Shagñay, E.G. (2019). *Diseño de un sistema biológico para la depuración de lixiviados generados en el relleno sanitario de Porlón* [Monografía]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13117>

- Caicedo Messa, F.J., (2006). Diseño, construcción y arranque de un reactor U.A.S.B Piloto para el tratamiento de lixiviados. Universidad Nacional de Colombia.
- Contreras, A., & Suarez, J. (2006). Tratamiento Biológico de Lixiviados de Rellenos Sanitarios. *Revista Respuestas- Universidad Francisco de Paula Santander*, 11(1), 24-32.
- Kennedy, K.J. & Lentz, E.M., (2000). Treatment of landfill leachate using sequencing batch and continuous flow upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactors. *Water Research*, 34(14), 3640–3656. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00114-7](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00114-7)
- Kettunen, R.H., Hoilijoki ,T.H., Rintala, J.A., (1996). Anaerobic and sequential anaerobic–aerobic treatments of municipal landfill leachate at low temperatures. *Bioresource Technoly*, 58, 31–40. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(96\)00102-2](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(96)00102-2)
- Kettunen, R.H., Rintala, J.A., (1998). Performance of an on-site UASB reactor treating leachate at low temperature. *Water Research*, 32(3), 537–46. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(97\)00319-9](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(97)00319-9)
- Lettinga, Velsen, Van y Hobma, (1980). Use of the upflow sludge blanket (UASB) reactor concept for biological 41 wastewater treatment, especially for anaerobic treatment, 22, 699-734. <https://doi.org/10.1002/bit.260220402>
- Madigan, M., Martinko, J.M. & Parker, J. (2010). *Brock, Biología de los Microorganismos*. Prentice Hall. 457-586.
- Malina J. F. and Pohland F. G. (1992) *Design of Anaerobic Processes for the Treatment of Industrial and Municipal Wastes*. *Water Quality Management Library Volumen 7*, Technomic Publishing Co. Inc., 169.
- Martinez Lopez, A.G., Padron Hernandez, W., Rodriguez Bernal, O.F., Chiquito Coyotl, O., Escarola Rosas, J.M., Hernandez Lara, J.M., Elvira Hernandez, E.A., Mendez, G.A., Tinoco Magaña, J.C., & Martinez Castillo, J. (2014). Alternativas actuales del manejo de lixiviados. *Avances en Química*, 9, 37-47
- Orozco Gaviria, C.A., Triviño Cabrera, C.C., Manrique Losada, L., (2014) Start-up a UASB reactor for domestic wastewater treatment in Andean-Amazonian conditions. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 10(2), 170-185.
- Parra-Orobio, B.S., Torres-Lozada, P., Marmolejo-Rebellón, L.F., Cárdenas-Cleves, L.M., Vásquez-Franco, C., Torres-López, W.A., Ordóñez-Andrade, J.A. (2014). Influencia del pH sobre la digestión anaerobia de biorresiduos de origen municipal. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 17 (2), 553 – 562.
- Salazar Gámez, L.L., Saavedra Antolínez, I.M. (2009). Tratamiento de lixiviados, casos prácticos en diferentes temperaturas. Universidad del Norte.

Standard Methods. (1 de julio 2020). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. <https://www.standardmethods.org/doi/book/10.2105/smww.2882>.

Torres, P., Rodríguez, J., Barba, L., Morán, A., & Narváez, J. (2005). Tratamiento anaerobio de lixiviados en reactores UASB. *Revista Científica Ingeniería y Desarrollo*, 18, 50-60.

TULSMA: Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria Medio Ambiente, Libro VI, Anexo I (2015).

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Arias Arias, F. E., Amaguaya Shagñay, E. G., Carrera Almendáriz, L. S., & Rodríguez Pinos, A. A. (2020). Diseño de un bioreactor tipo UASB para el tratamiento de lixiviados provenientes de residuos urbanos. *Ciencia Digital*, 4(3), 138-151. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1306>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Revisión conceptual de “calidad educativa” y sus procesos en las instituciones de educación superior de criminología



Conceptual review of "educational quality" and its processes in criminology higher education institutions

Wael Sarwat Hikal Carreón.¹

Recibido: 14-04-2020 / Revisado: 18-05-2020 / Aceptado: 21-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1312>

This article is part of the doctoral research “Study of Relevance of the Training and Professional Exercise Projects of Criminologists” at the Autonomous University of New Lion (AUNL), funded by the National Council of Science and Technology (NCST), which studies the quality accreditation process in the centers of higher education of criminology and criminalistic in Mexico. The objective of the present is review the concepts of educational quality and discover their characteristics. The method used consists in the review of quality documents in education, on the other hand, institutions that are already accredited under the standards of the evaluating bodies, are reviewed. With the revision of these concepts, it is the proposal to implement standards in schools to join the trend of improvement in pedagogical processes, infrastructure, auditing, etc., for the continuous strengthening of education.

Keywords: Educational education; Educational efficiency; Educational input; Educational relevance.

Resumen.

El presente artículo es parte de la investigación doctoral “Estudio de Pertinencia de los Proyectos de Formación y Ejercicio Profesional de los Criminólogos” en la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), financiada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), que estudia el proceso de

¹ Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Filosofía y Letras, wael.hikalcrr@uanl.edu.mx

acreditación de calidad en los centros de educación superior de criminología y criminalística en México. El objetivo del presente del es revisar los conceptos de calidad educativa y descubrir sus características. El método empleado consiste en la revisión de documentos sobre calidad en la educación, por otro lado, se revisan las instituciones que se encuentran ya acreditadas bajo los estándares de los organismos evaluadores. Con la revisión de estos conceptos, resulta la propuesta de implementar estándares en los centros escolares para unirse a la tendencia de mejora en los procesos pedagógicos, infraestructura, auditoría, etcétera, para el fortalecimiento continuo de la educación.

Palabras clave: Aporte educacional; Calidad de la educación; Eficiencia de la educación; Pertinencia de la educación.

Introducción.

Este trabajo presenta diversos conceptos de calidad educativa para relacionarlos para con los centros escolares que imparten criminología y criminalística a nivel superior, para promover la reflexión sobre sus características, objetivos y procesos de cambio que implican estudios de condición de las áreas de la escuela, con miras a identificar su nivel, ya sea para mantenerlo o trabajarlo para mejorarlo, con ello adquirir la etiqueta de “centro acreditado”. Los métodos empleados son el de análisis de textos, mediante este se revisan diversos textos enfocados a la reflexión de la calidad desde el ámbito empresarial que luego se adaptó al nivel escolar, donde diversos parámetros de mejora en los procesos y producción, así como hacer bien el procedimiento, se integraron a los centros escolares para evaluar su rendimiento, desde enfoques de calidad de un modo incluyente, transformador, capacitador de personas para una ciudadanía colectiva, y en otros aspectos contemplando la creación de mejores productos (egresados) competentes, líderes, empresarios. También se revisan los órganos acreditadores en materia educativa en México, para mostrar qué centros escolares en la materia de la presente investigación, están acreditados. Del análisis de los conceptos y su desmenuzamiento, resulta la propuesta de vincular los procesos de calidad educativa en los centros escolares de criminología y criminalística, lo que mejoraría su percepción a nivel social, en prestigio, presencia, estrategias pedagógicas, satisfacción entres los alumnos, padres de familia, programas educativos y currículos formativos, infraestructura, evaluación del aprendizaje, resultado social en impacto a nivel intervención para la atención a las necesidades, así como absorción laboral, etcétera.

Método.

El método utilizado es el análisis de texto (Sales Garrido, 2003), a través de la lectura comprensiva de documentos que hacen énfasis en la calidad educativa, para descomponerlos en sus partes, luego sintetizarlos y orientarlos a su aplicación para los campos de la criminología y criminalística. Se realiza la lectura y relectura de los textos con el fin de establecer los referentes clave que construyen la calidad educativa (Acuña Gamboa y Pons Bonals, 2016). El criterio de selección de lecturas, se realiza consultando los índices Scielo, Redalyc y Dialnet, tomando de referencia los resultados que arrojan, donde de cuatro referencias, tres coinciden en las primeras dos plataformas, mientras que en la última, fue el primer resultado arrojado (tabla 1). Además de buscar y localizar los órganos que en México, fungen como acreditadores de calidad a nivel educación superior

(tabla 2). Dicha información figura en la institución nacional que da la rectoría de la educación en el país, que a su vez, es la que autoriza y vigila a los órganos acreditadores. Se plantea el problema de las definiciones de calidad y su entrelazar con las áreas mencionadas, se trata de explicar la situación planteada, se define el trabajo que se podrán realizar, en la articulación lógica se presentan las áreas a reforzar mediante la presentación de hipótesis que atribuyen a la calidad, mejoras en los sistemas educativos.

Tabla 1. Literatura revisada.

Autoría	Título	Año
Acuña Gamboa, L.A. y Pons Bonals, L.	Calidad educativa en México. De las disposiciones internacionales a los remiendos del proyecto nacional	2016
Vásquez Tasayco, A.	Calidad y calidad educativa	2013
Rodríguez Arocho, W.	El concepto de calidad educativa: Una mirada crítica desde el enfoque históricocultural	2010
Miguel Díaz, De, F.M.	La calidad de la educación y las variables de proceso y de producto	1995

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de los textos seleccionados, se revisaron los conceptos que apuntan de diversos autores, así como de reflexión de los propios autores, paráfrasis y comentarios. La sistematización de estos, permitió identificar características de la calidad educativa, como infraestructura, equipamiento, docentes, formación, programas de estudio. De la lectura de los organismos acreditadores, permite ubicar cuáles son los autorizados por la Secretaría de Educación Pública (SEP), a nivel general, descartando organismos sobre conocimientos particulares.

Discusión.

La calidad es un término presente en diversos aspectos de la vida, se habla de calidad en los servicios de salud, en el estilo de vida, calidad en productos, servicios, etcétera, esta es un marco referencial para direccionar la producción y prestación de servicios, donde también, existen clasificaciones, donde se trata de diferentes tipos de calidad o niveles, siendo parámetros de medición y selección, ya sea por usuarios, consumidores, evaluadores, medidores de calidad, etcétera. Mario De Miguel (1995) menciona la necesidad de construir unos indicadores de calidad objetivables, precisos y seguros porque la evaluación interna es el único instrumento que permite detectar trayectorias erróneas y corregirlas en la dirección marcada” (p. 3.). También con “base en el diseño de perfiles, parámetros e indicadores” (Acuña Gamboa y Pons Bonals, 2016, p. 167). Esto es puesto que vivimos en un ambiente de la calidad o cultura de calidad.

En la calidad se establecen criterios de satisfacción y precios, si se compara un hotel con otro según su costo, se espera que tenga mejores cualidades que el otro de menor precio. Lo mismo en la ropa, la marca asignada a las prendas antepone que puede ser de calidad, de ahí también la presunción de estas, puesto que en general, aquello que se asume de calidad, genera estatus, prestigio, reconocimiento, las empresas invierten en su calidad, para garantizar sus ingresos, producción y aseguramiento de nivel (Vásquez Tasayco,

2013). A nivel educacional, si se trata de centros escolares privados, como por ejemplo el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) o la Universidad Iberoamericana (IBERO) u otra, se asume que cuenta con regímenes de calidad más altos, o en contraste, escuelas privadas poco conocidas, de las cuales se pone en duda su validez, o podría ser similar la percepción sobre una escuela pública, donde tal vez por pagar cuotas bajas o no pagar, da motivo a un vaivén de interpretaciones entre buenas y malas sobre su calidad. Por lo tanto, los conceptos de calidad, se construyen según los intereses de cada caso concreto.

El caso que ocupa la presente investigación aborda los conceptos de calidad dirigidos a las instituciones de educación superior, que según los intereses de los clientes (padres de familia o alumnos) es relativo, tal vez una persona esté enfocada en la calidad teniendo de criterio los intercambios académicos, o las bibliotecas digitales, incluso el contar con estacionamiento para alumnos, docentes, o canchas, o auditorios, la realización de eventos, su intervención social, el establecimiento de becas, el contar con cuartos de renta para los alumnos, cafetería, restaurante, librería, cajero automático, o el mismo banco al interior de la escuela, de tal modo, la calidad se va construyendo con base a ideales y comparaciones. Si estos factores contribuyen a una matrícula más grande, entonces se entra en una obsesión por ofrecer más, para ganar más. Pero la calidad, va más allá de ello, que pueden ser vistas como trampas de la calidad (Santos Guerra, 1999).

Señala Rodríguez Arocho que “la calidad educativa es entendida de forma multidimensional y contextual. Más allá de los índices de matrícula, retención y aprovechamiento académico” (2010, p. 18). Asimismo, apunta que no debe ser entendida en términos de inversión y beneficio, traducido en beneficio económico, donde se trabajan los deseos del alumno y se le convierte en clientela, donde se recorta el tiempo de formación, exigencia, se da una preparación técnica, poco reflexiva, dejando de lado la alusión a la historia, fundamentación, donde se crean operadores, y no constructores de la realidad, se enfoca a que tener educación es un paradigma de obtener un lujo. Dado que la educación al privatizarse, pasó a ser parte del mundo de los negocios.

En la reflexión del autor antes mencionado (Rodríguez Arocho, 2010, p. 12), parte de los procesos de la calidad, son: Inspeccionar, asegurar la calidad, mantener el nivel, con esto se tiene una “calidad total”, el primero entendido como la evaluación de la producción o los procesos de producción, el segundo, como, una vez identificados, descritos y controlados los procesos, se puede trabajar en el perpetuar las actividades inherentes, finalmente, con el ciclo continuo, se tiende a mantener tal nivel. En calidad total, se asumiría como la satisfacción de deseos y expectativas de los clientes. Esto, si se aplica al centro escolar, procura atender a los intereses particulares de la población, puede que incluso la calidad sea vista desde un aspecto tan sencillo, pero difícil como el tener agua en la escuela. “Esta situación ha generado, recientemente, una incisiva crítica a las orientaciones y a las formas actuales de la evaluación en el campo educativo” (Rodríguez Arocho, 2010, p. 15).

La calidad puede ser vista también como un proceso de concientización y reflexión permanente, si bien es un modelo, estándar a alcanzar, este no se agota al lograrlo, sino que se tiene que mantener, puesto que la sociedad cambia, y las demandas también, la calidad educativa debe adaptarse a los nuevos requerimientos. Tal vez como no antes, actualmente existe una necesidad de resolver los problemas sociales de violencia, por lo que ha llevado a que los centros escolares volteen su atención a las materias criminales, como criminología, psicología criminal, ciencias forenses, entre otras. Así “en el proceso se crea a la convicción de que están haciendo lo correcto por promover el desarrollo y la educación” (Rodríguez Arocho, 2010, p. 17).

La calidad también es vista “como lo propio de algo que lo hace diferente” (Vásquez Tasayco, 2013, p. 49), pone en relieve la funcionalidad en relación a los elementos que conducen a la eficacia en los sistemas, y poner atención en el producto, en el que se vierte el resultado de la funcionalidad y se mide con la satisfacción o el nivel de complacencia. Desmenuza que, en el proceso de calidad, se parten en partes los elementos que dan lugar a tal, y de lo formado por la relación de sus elementos de manera lógica, muestran lo diferente y específico de ese total, lo que también se entiende como el desarrollo de la construcción de una unidad, en este caso, calidad educativa.

Este autor (Vásquez Tasayco, 2013) hace referencia al concepto de calidad desde la Real Academia Española, que ofrece diversos conceptos: “Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor”; por ejemplo, esta escuela es de buena calidad. También la define como “superioridad o excelencia”, por ejemplo, cuando se hace referencia a los alumnos de excelencia, medido su aprovechamiento o resultados con base a calificaciones o actividades, otro concepto también apegado a los intereses de esta investigación es: “Adecuación de un producto o servicio a las características especificadas” (Real Academia Española, 2020).

Del modo anterior, a la hipótesis aquí trabajada, un centro escolar se mide como de calidad cuando ha cumplido con el conjunto de propiedades propiamente establecidas por los órganos encargados de la evaluación, que, mediante exámenes rigurosos, se diagnostican las condiciones, emiten recomendaciones y de aprobarse se da el juicio de acreditación, lo que le distingue de otras por su excelencia en los estándares, al haber adecuado sus procesos y productos a lo solicitado. Los elementos de la calidad desde un enfoque de sistema serían (Vásquez Tasayco, 2013, p. 53): Insumos (infraestructura, equipamiento, docentes, personal administrativo, libros, espacios adecuados, laboratorios, bibliotecas), procesos (auditorías), productos (programas educativos, alumnos), dinámica (relaciones que permiten adquirir compromisos, planeación docente), redes de calidad interna (quienes ayudan a lograr objetivos) y externa (organismos de normalización) (Acuña Gamboa y Pons Bonals, 2016, p. 171).

Por otra parte, Alonso (citado en Vásquez Tasayco, 2013, p. 59) menciona como factores de la calidad educativa: Objetivos y fines, pertinencia y relevancia, procesos de aprendizaje, docentes, insumos, sistemas óptimos, y medios de evaluación. La calidad educativa vendrá a ser el resultado de la funcionalidad de los factores conforme se integren. El efecto de esto, dimensiona a la educación de calidad con efectos en: Excelencia en el saber, perfeccionamiento, producto (egresados eficientes), satisfacción de los usuarios, y la capacidad para atender a las demandas sociales (currículo que recoja elementos culturales con ideología de reconstrucción social) (pp. 60 y 68). No precisamente que la cuantificación de estos elementos garantice la calidad, sino la profundidad en los cambios, vista esta como una necesidad de lograr metas.

La calidad también es vista con varias características, según Mario De Miguel (1995, pp. 34-36), la calidad como prestigio, entendida como la reputación que ostenta la institución que ha sido acreditada, diferenciada una de otra, por el juicio de expertos que la evaluaron. Calidad en función de recursos, en dos aspectos, visto como la que más ha invertido, obtiene efectos benéficos de acreditarse, programas educativos, profesores y alumnos de excelencia, lo que conlleva a que agentes externos canalicen su financiación a esta. Calidad como resultado, relacionado a lo anterior, los resultados de la puesta en función de los procesos de calidad, conduce a profesores, alumnos y programas educativos, mejores. Calidad como cambio, siendo este un valor agregado al tener más calidad que otros, logrando mejor incidencia en el ambiente social e interno escolar. “Las intuiciones de mayor calidad son aquellas que tienen más impacto sobre los conocimientos de los alumnos” (Astin citado por De Miguel, 1995, p. 35).

Calidad como adecuación a propósitos, sus objetivos se adecuan al marco legal, a las necesidades y satisfacciones. Calidad como perfección, consiste en ese proceso de concientizar e internalizar los cambios, comprenderlos, ser consciente de sus beneficios e introducirlos en su cultura organizacional. De modo general, los aspectos de la calidad educativa están en: Formación docente, recursos educativos, investigación, orientación profesional, evaluación del sistema. Que resulta reflejado en el rendimiento del alumno, crecimiento en titulación del profesorado, medios de enseñanza, instalaciones y actividades, materias y fines, formación, vinculación del centro escolar con la comunidad (De Miguel, 1995, p. 36). La obtención de la acreditación, está en función de reproducir los requerimientos en base a resultados. Perspectivas más amplias incluyen evaluar el impacto social.

Según otro estudio realizado por Acuña Gamboa y Pons Bonals (2016, pp. 160 y 161), el Banco Interamericano de Desarrollo, la Organización para la Cooperación el Desarrollo Económico y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, la calidad educativo se presenta a través de diversos atributos: Infraestructura y equipamiento escolar, evaluación del desempeño docente, y formación docente inicial y continua, los cuales se van tomando en adaptación a los diferentes niveles educativos y necesidades particulares. El estudio resalta que a México “se le considera como uno de los países en desarrollo que presenta los más bajos índices de aprovechamiento escolar en todos sus niveles educativos” (Acuña Gamboa y Pons Bonals, 2016, p. 162). Para concluir con los conceptos, a manera de unificar en un par de palabras el concepto y objetivo de la calidad, esta puede referirse a “hacer las cosas bien” Rodríguez Arocho (2010, p. 11), por otro lado: “calidad de la organización, calidad del curriculum y calidad de la enseñanza” (De Miguel, 1995, p. 42).

En el tema de los organismos normalizadores de la calidad, en México, la institución que vigila y controla el establecimiento de escuelas y programas educativos, es la SEP, la cual, a su vez, autoriza a organismos facultados y delegados para evaluar programas educativos y centros escolares, de manera general; es decir, en áreas de conocimiento por ciencias sociales, naturales, humanas, etcétera, así como sectorizadas por específicas, como medicina, derecho, psicología. Por parte de los posgrados, se ha facultado a un organismo descentralizado del gobierno federal para evaluar estos, con independencia de otras vinculaciones extranjeras que se puedan gestionar, el reconocimiento oficial, es el establecido por la SEP y las instituciones delegadas para tal efecto.

Resultados.

El análisis de los conceptos de calidad en la educación resulta una condición necesaria para promover la práctica reflexiva y continua, comprender de qué se trata a nivel diagnóstico de las condiciones que guarda el centro educativo, y las líneas de cambio a trabajar con base a las características, fines y objetivos de los estándares de calidad en la educación. No se especula sobre los procedimientos de mejora educativa con bases en la introducción de la calidad, sino que tiene una secuenciación lógica de actividades las cuales se ven establecidas por organismos evaluadores y acreditadores; es decir, agentes externos a la institución educativa, que, mediante parámetros específicos, auditan, sugieren y evalúan, en México, según el grado a evaluar, el programa educativo, entre otros, es la institución que le evaluara.

Se detecta un problema de orden ¿A qué campo del conocimiento corresponde la evaluación? La criminología y criminalística son en dos aspectos, conjuntos de significados, de primer orden, en ambos casos, “crimi” que se refiere a crimen y “logía” e “ística” que indica el estudio especializado hacia un crimen. Además de ello, ambas, en

la práctica se componen de múltiples ciencias y campos que se ocupan de temas criminales; por ejemplo, la criminología se vale de la antropología, sociología, derecho, psicología, estadística, política, economía, etcétera. La criminalística, de la medicina, química, toxicología, balística, dactiloscopia, psiquiatría, computación, ingenierías, informática, entre otras.

Derivado de lo anterior ¿A qué ente corresponde su evaluación para acreditar la calidad? ¿A organismos de medicina? ¿A entidades de acreditación en sociología o derecho? Para evitar la polémica, aunque no debería ser punto de huida, puede apegarse a evaluadoras generales que revisan procesos que se basan en términos cotidianos para la educación; por ejemplo, infraestructura, planta docente, recursos didácticos, procesos, productos, pedagogía, etcétera. Imaginar cuan complejo es evaluar a los centros escolares de criminología y criminalística por la diversidad de materias que la construyen, da lugar a la ambigüedad. Rodríguez Arocho (2010) cuestiona: “¿Quién o quiénes crean los criterios mediante los cuáles luego se juzgará su valor? ¿Qué mecanismos y procesos se utilizarán para determinar la superioridad y la excelencia y con qué consecuencias?” (p. 9).

La respuesta puede encontrarse en lo siguiente, la Secretaría de Educación Pública (2018) establece los organismos autorizados para evaluar programas educativos y centros escolares, para evaluación de posgrados, es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), estos dos, son entes públicos federales. Para programas educativos de licenciatura y otras características, están facultados por la SEP, el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (2020), Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (2019), y para la evaluación de conocimientos y competencias, es el Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (2020), además de las particulares en cada campo del conocimiento, pero estos no se abordan aquí.

Tabla 2. Organismos acreditadores.

Organismo
Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
Consejo para la Acreditación de la Educación Superior
Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior

Fuente: Elaboración propia.

La SEP cuenta con un padrón de programas educativos de licenciatura acreditados por los órganos antes señalados, de la búsqueda en el Programa Nacional de Programas Educativos de Calidad, indica que 7 están acreditados (tabla 3), mientras que programas educativos de posgrados avalados por CONACYT, son también 7 (tabla 4). En contraste a estas cifras, existen 527 programas educativos de grado técnico, licenciatura, en línea, especialidad, maestría y doctorado en materia criminal (Hikal Carreón, 2020).

Tabla 3. Programas educativos de licenciatura acreditados.

Programa	Institución educativa	Certificación
Licenciatura en Criminalística	Centro de Estudios Universitarios Xochimilco (plantel Rampa Yujimalinda)	COPAES
Licenciatura en Criminalística	Centro de Estudios Universitarios Xochimilco (plantel calle Novena)	COPAES

Licenciatura en Criminología	Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Derecho y Criminología	COPAES CIEES CENEVAL
Licenciatura en Criminología	Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Derecho	CIEES CENEVAL
Licenciatura en Criminología	Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán	CIEES CENEVAL
Licenciatura en Criminología	Universidad Ixtlahuaca	CIEES
Licenciatura en Criminología, Criminalística y Técnicas Periciales	Colegio Libre de Estudios Universitarios (plantel Puebla)	CIEES

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Programas educativos de posgrado acreditados.

Programa	Institución educativa	Nivel
Doctorado en Criminología	Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Derecho y Criminología	En desarrollo
Doctorado en Psicología con Énfasis en Salud y Violencia	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Sociales y Administración	En desarrollo
Maestría en Criminología y Ciencias Forenses	Universidad Autónoma de Tamaulipas, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán	Consolidada
Maestría en Medicina Forense	Universidad Veracruzana, Instituto de Medicina Forense	Consolidada
Maestría en Valuación	Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Arquitectura	En desarrollo
Especialidad en Familias y Prevención de la Violencia	Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales	En desarrollo
Especialidad en Género, Violencia y Políticas Públicas	Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales	En desarrollo

Fuente: Elaboración propia.

Una trampa en la interpretación de los conceptos y procesos de calidad educativa viene asimilada a la cantidad de ingreso de alumnos; es decir, no porque se tenga calidad, implicará mayor cuerpo estudiantil, tampoco lo contrario, en una escuela donde hay muchos alumnos, no indica que sea la mejor, lo “mejor” y la “calidad”, el establecimiento de estas profesiones debe atender a lo que la sociedad violentada necesita, no a una moda comercial de “lo que los jóvenes quieren estudiar”. Se mide por los criterios que establecen las acreditadoras, teniendo estas la facultad de evaluar, sobre una previa

autorización gubernamental, peligraría tal vez, el día que se suelte al sector privado el autorregularse para evaluar y acreditar, puesto que no habría control estricto de los parámetros, la credibilidad aumenta cuando la evaluación se realiza por ajenos, por gente no familiarizada con los dueños de las escuelas, ni con el personal, ni por amistad o simpatía.

Propuestas.

Se postula que con un modelo pedagógico y organizacional, metodológico, sugerido para los centros de enseñanza de la criminología, criminalística, entre otras, permitirá mejorar los procesos educativos con miras a un mejor impacto social, profesional, en general, de resultados (Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, 2008, p. 64). Este proceso lleva inherente varios apartados:

- Mejorar la calidad de enseñanza docente, pues como indican Chávez González y Benavides Martínez: “En la educación superior, orientada a la formación de profesionales, al igual que ocurre en otros niveles educativos, la participación de los profesores es fundamental para el logro de los objetivos, debido a su papel central como representantes del orden institucional; (...)” (2011, p. 2).
- Legitimar la profesión: A través del dominio de las competencias, habilidades, técnicas, saberes, investigación, desarrollo del conocimiento, útil para la sociedad, resolver sus problemas, así como útil para el profesional, capaz de emplearse, auto emplearse, argumentar, investigar (Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, 2008, p. 43).
- Aproximar a la escuela con las empresas e instituciones públicas: Establecer una red que conecte a los centros de aprendizaje con los sectores públicos y privados para la facilitación del empleo y prácticas de los estudiantes y egresados (Comisión Europea, 1996, p. 10; Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe, 2008, pp. 92).
- Fomentar la investigación científica para lograr respuestas a las incógnitas de los problemas de la violencia “es también un saber disponible, una actitud de los sujetos ante la realidad–, y supone que el alumnado tiene preguntas, tiene capacidad de buscar respuestas, de buscar soluciones a problemas de diversa naturaleza que su despertar a la vida y a la experiencia comunitaria les plantean” (Bonifacio Barba, 2018, p. 969).

Conclusiones:

Del análisis de los conceptos de calidad en la educación y su relación propositiva para con las escuelas que imparten criminología y criminalística, no debe considerarse que el introducirse a la cultura de calidad educativa sea vista como un problema, sino como toma de conciencia de autodiagnóstico para conocer qué se tiene y a qué se puede aspirar para ser mejor, sin llegar a un punto de confort, sino de procesamiento permanente, que permitirá destacar las cualidades obtenidas y trabajadas desde la óptica de ser mejor en comparación con otros centros escolares en la materia, no para tomar una postura clasista o discriminadora, la esencia en la mejora de los procesos es capacitar mejor a los futuros profesionales con base a las necesidades sociales, para que sean agentes transformadores de mejoras de las condiciones de una comunidad, así la violencia, los grupos vulnerables, los sistemas de justicia, de investigación pericial, de prevención del delito, requieren

criminólogos y criminalistas comprometidos con las problemáticas que habrán de estudiar para planificar intervenciones. También, la calidad educativa, se ve como secuencialmente a la inclusión y satisfacción laboral de los egresados de las escuelas.

Referencias bibliográficas:

Acuña Gamboa, L.A. y Pons Bonals, L. (2016). Calidad educativa en México. De las disposiciones internacionales a los remiendos del proyecto nacional. *Revista Internacional de Investigación en Ciencias Sociales*, 12(2), 155-174. Recuperado de <http://scielo.iics.una.py/pdf/riics/v12n2/2226-4000-riics-12-02-00155.pdf>

Bonifacio Barba, J. (2018). La calidad de la educación. Los términos de su ecuación. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 23(78), 963-979. Recuperado de <https://www.comie.org.mx/revista/v2018/rmie/index.php/nrmie/article/view/1184/1167>

Centro Nacional de Evaluación para la Educación Superior (2020). Perfil institucional. Recuperado de <https://www.ceneval.edu.mx/perfil-institucional>

Chávez González, G. y Benavides Martínez, B. (2011). Los profesores universitarios: entre la exigencia profesional y el compromiso ético-social.37. *Sinéctica. Revista Electrónica de Educación*. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/sine/n37/n37a3.pdf>

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2019). Programa Nacional de Posgrados de Calidad. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/becas-y-posgrados/programa-nacional-de-posgrados-de-calidad>

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2018). Programa Nacional de Posgrados de Calidad. Recuperado de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/becas-y-posgrados/programa-nacional-de-posgrados-de-calidad>

Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (2020). Proceso de acreditación. Recuperado de <https://www.copaes.org/procesoacreditacion.html>

Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (2019). Acreditación institucional. Recuperado de <https://www.ciees.edu.mx/acreditacion/>

Hikal Carreón, W.S. (2020). Censo de centros escolares y programas educativos en criminología, criminalística, victimología y carreras afines en México. *Archivos de Criminología, Seguridad Privada y Criminalística*, 8(15). Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/13cs7uy8-Okezddai4Bd94IH1ENISPtM0/view>

Miguel Díaz, De, F.M. (1995). La calidad de la educación y las variables de proceso y de producto. *Ikastaria: Cuadernos de Educación*, 8, 29-52. Recuperado de <http://www.euskomedia.org/PDFAnlt/ikas/08/08029051.pdf>

- Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe (2008). *Educación y Diversidad Cultural: Lecciones desde la Práctica Innovadora en América Latina*. Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000162699>
- Sales Garrido, L.M. (2003). La comprensión, el análisis y la construcción de textos según el enfoque comunicativo. *Universidades*, 25, 13-33. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/373/37302503.pdf>
- Santos Guerra, M.Á. (1999). Las trampas de la calidad. *Acción Pedagógica*, 8(2), 78-81. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2973330.pdf>
- Secretaría de Educación Pública (2018). Padrón Nacional de Programas Educativos de Calidad. Recuperado de <https://www.pnpec.sep.gob.mx/>
- Secretaría de Educación Pública (2018). Comunicado 65.- Acuerdan SEP y organismos acreditadores trabajar para configurar un nuevo paradigma de evaluación y la acreditación. Recuperado de <https://www.gob.mx/sep/es/prensa/comunicado-65-acuerdan-sep-y-organismos-acreditadores-trabajar-para-configurar-un-nuevo-paradigma-de-evaluacion-y-la-acreditacion-de-programas-de-nivel-superior?idiom=es>
- Real Academia Española (2020). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid. Recuperado de <https://dle.rae.es/calidad?m=form>
- Rodríguez Arocho, W. (2010). El concepto de calidad educativa: Una mirada crítica desde el enfoque históricocultural. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 10(1), 1-28. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44713068015>
- Vásquez Tasayco, A. (2013). Calidad y calidad educativa. *Investigación Educativa*. 17(2), 49-71. Recuperado de <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educa/article/view/8206/7157>

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Hikal Carreón, W. S. (2020). Revisión conceptual de “calidad educativa” y sus procesos en las instituciones de educación superior de criminología. *Ciencia Digital*, 4(3), 152-163. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1312>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Análisis de los parámetros reproductivos en la raza jersey en la ganadería El Puente y su impacto en la rentabilidad



"Analysis of the reproductive parameters in the jersey breed in El Puente ranching and its impact on profitability"

Edwin Fabian Alzamora Guerra.¹, José Vicente Trujillo Villacís.², Marco Mauricio Chávez Haro.³ & Pablo Rigoberto Andino Nájera.⁴

Recibido: 15-04-2020 / Revisado: 17-05-2020 / Aceptado: 22-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1313>

A descriptive study was carried out using the reproductive records between 2008 and 2018. Furthermore, the information was collected from the farm accounting records. We reviewed the reproductive parameters and their impact on probability at the Ganadería El Puente located in Riobamba canton, province of Chimborazo. In this study, the descriptive statistics (mean) was used to estimate yearly average. The following variables were evaluated: reproductive parameters (number of services per conception (SPC), calving to first heat interval (CFHI), calving to conception interval (CCI), calving interval (CI), and interval between heats) and economic parameters (the cost of a calf born, the cost of a pregnant cow, and the cost of a day open). The results obtained were as follows: 1) the mean number of services required per conception per cow was 2.2, taking into account only the conceptions that resulted in a calf born; 2) the average calving to first heat interval was 71,61 days; 3) the average calving to conception interval was 173, 58 days; 4) the average calving interval was 451,90 days; and 5) the average interval between heats was 31,55 days, taking into account that the heat cycle is normally

¹ Ingeniero Zootecnista, Administrador, Hacienda El Puente, alzamorafabian100@gmail.com

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Maestría en producción animal mención genética y reproducción animal, jtrujillo@esPOCH.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Magister en Administración, gestión y dirección de empresas, Ingeniero Zootecnista, mauricio.chavez@esPOCH.edu.ec

⁴ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Magister en Producción Animal, Ingeniero Zootecnista, pablor.andino@esPOCH.edu.ec

17 to 24 days with an average of 21 days. The cost indicators were calculated (based on 2018), and the results were the following: 1) \$4.34/cow per day open, considering that there is great economic loss when a cow does not conceive after 100 days postpartum since the calving interval is extended, and the production decreases, increasing the cost to maintain an animal; 2) the cost of a pregnant cow was \$526.57; and 3) the cost of a calf born was \$1,733.12. The results suggest that the implementation of a heat detection and synchronization program shortens the calving interval and the regular training of staff reduces mistakes and maximizes production.

Keywords: Jersey, reproductive parameters, days open, services per conception, calving interval, calving to conception interval.

Resumen.

La investigación abordó una característica descriptiva en la cual se utilizaron los registros reproductivos desde el año 2008 al año 2018, adicional se recopiló la información de los registros contables de la ganadería.

En la ganadería “El Puente” ubicada en el cantón Riobamba de la provincia de Chimborazo, se evaluó los parámetros reproductivos y su impacto en la rentabilidad. La investigación utilizó una estadística descriptiva a través de medias, para determinar los promedios en cada año, las variables evaluadas fueron: parámetros reproductivos (intervalo parto-primer celo; intervalo parto-concepción; intervalo parto-parto; número de servicios por concepción; intervalo entre celos) y los parámetros económicos (costo de día abierto; costo de ternero nacido; costo de preñez de la vaca). Los resultados obtenidos fueron: número de servicios por concepción una media de 2.22 servicios por vaca, siendo tomado en cuenta solo la concepción que logró terminar con un ternero nacido; intervalo parto primer celo obtuvo un promedio de 71.61 días; intervalo parto concepción se registró un promedio de 173.58 días; en el intervalo parto – parto se obtuvo un promedio de 451.90 días; al analizar el intervalo entre celos se pudo obtener un promedio de 31.55 días, tomando en cuenta que el ciclo estral de un bovino debe tener un promedio de 21 día con variaciones que van de los 17 a los 24 días. Los indicadores de costos se realizaron en relación al año 2018, teniendo como resultados los siguientes: el costo del día abierto se determinó un valor por día de \$4,34 por vaca, tomando en cuenta que a partir del día 100 post parto, una vaca no llega a la concepción y consecuentemente empieza a perder económicamente, porque el intervalo entre parto se prolonga y la producción láctea decrece, incrementando el costo por mantener del animal; el costo de una vaca preñada asciende a \$526,57; el costo de ternero nacido se obtuvo un valor de \$1.733,12. Resultados que sugieren establecer un programa de detección de celos y de sincronización de celos con la finalidad de reducir el intervalo parto y una capacitación permanente para las personas encargada con el fin de minimizar errores y maximizar producción.

Palabras clave: Jersey, parámetros reproductivos, días abiertos, servicios por concepción, intervalo entre partos, intervalo parto concepción.

Introducción.

En el Ecuador la explotación del ganado lechero representa un impacto social de gran importancia producto del significativo aporte que presenta en la generación de empleo e ingresos. Hoy en día las ganaderías de leche están orientadas a identificar, evaluar, priorizar y resolver los problemas que limitan el crecimiento de la producción y reproducción, tomando en cuenta a cada ganadería como la unidad básica de manejo de recursos, sobre la que el productor ejecuta la combinación de técnicas de producción. Esta forma de producción conlleva a generar, adaptar y probar distintas alternativas tecnológicas que permitan maximizar los resultados llegando a tener mejores ingresos al ganadero.

Una buena parte de los propietarios de los hatos ganaderos se han dedicado a producir leche, sin considerar los parámetros reproductivos. Considerando que un sistema eficiente es el que genera una cría al año, en nuestro país en la actualidad no se cumple en la mayoría de los casos debido a distintos factores asociado a los limitados conocimientos y la falta de actualización de los mismo, junto a la poca aplicación de esta información por parte de los profesionales y ganaderos; lo que con lleva un mal manejo de los parámetros reproductivos, que consecuentemente afecta la eficiencia del hato.

Numerosas investigaciones realizadas se han desarrollado en evaluación de los parámetros reproductivos, sin embargo, no existen datos que reporten como influye el factor económico dentro de cada parámetro reproductivo, de tal forma que permitan cuantificar los costos generados en ciertos parámetros y así poder identificar el impacto tienen sobre la rentabilidad de la ganadería.

La ganadería “El Puente” representa un pilar en la producción lechera de bovinos jersey en la provincia de Chimborazo, sin embargo, la ganadería está siendo afectada por problemas reproductivos asociados a vacas con periodos de tiempo largos sin llegar a una gestación, que representan un mayor número de días abiertos y por consiguiente se cree que está afectando a la estabilidad de la ganadería.

Por lo antes expuesto, se propuso la valoración del impacto que tienen los parámetros reproductivos sobre la rentabilidad del criadero “El Puente”, específicamente determinar el costo de vaca preñada, día abierto y costo del ternero nacido; lo cual serpa un gran aporte de conocimientos para poder tomar mejores decisiones y estas garantizaran una eficiencia mejorando los ingresos económicos de la Ganadería.

Metodología.

La investigación se la realizó en la ganadería “El Puente”, la cual se encuentra en el km. 5 de la vía Riobamba – Chambo, dentro del cantón Riobamba de la provincia de Chimborazo

Para elegir a los animales de este trabajo se consideró a los bovinos que cumplieran las siguientes condiciones

- Que se hallen dentro del periodo reproductivo.
- Los bovinos que sean Jersey de sangre pura y los bovinos que tengan por lo menos un 90% de sangre Jersey.

Las unidades experimentales utilizadas en esta investigación son los registros reproductivos de los bovinos que se encuentren en el hato durante el período 2008 – 2018 y que estén en el ciclo reproductivo en la ganadería “El Puente” tomando en cuenta que es una investigación de tipo descriptiva. Los análisis económicos realizados en la se obtuvieron mediante una compilación de la información de los registros de la ganadería y los archivos contables.

Se realizó un análisis cuantitativo de los parámetros reproductivo de la ganadería “El Puente” durante el periodo de tiempo 20008 – 2018 por ser una investigación de diagnóstico descriptivo; utilizando medidas de tendencia central (media) de todos los parámetros y su consecuencia en la rentabilidad.

La información recopilada de los registros de esta investigación se sometió a las siguientes formulas, con lo cual se pudo determinar los índices reproductivos de la ganadería “El Puente” durante los años 2008 hasta el 2018.

Índices reproductivos

1. **Numero de servicios por concepción:** para el cálculo del número de servicio se aplicó la siguiente formula, tomando en cuenta todos los servicios de los animales analizados:

$$NSC = \text{número total deservicios hasta lograr la concepción}$$

2. **Intervalo Parto - Primer Celos:** la obtención del intervalo parto - primer celo (IPCelo) tomamos en cuenta a partir de la fecha de parto y finalizando con la fecha que se apreció el primer celo del animal y aplicando la siguiente formula:

$$IPCelo = PROMEDIO(\text{Fecha parto} - \text{Fecha de primer celo})$$

3. **Intervalo Parto – Concepción:** la obtención de este índice se realizó aplicando la fórmula que se encuentra a continuación, en la cual interactúan la fecha de parto inicial y la fecha en la que se llegó a la concepción (concepción que llegue a fin con un parto).

$$IPC = PROMEDIO(\text{Fecha de concepción} - \text{Fecha parto})$$

4. **Intervalo Parto – Parto:** el indicador intervalo parto – parto es obtenido a través de la diferencia de la fecha del primer parto y la fecha del parto final conseguido de los registros reproductivos de la ganadería, para lo cual se empleó la siguiente formula.

$$IPP = PROMEDIO(\text{Fecha de parto 2.} - \text{Fecha de parto 1})$$

5. **Intervalo entre celos:** el presente intervalo se obtuvo por medio de la aplicación de la fórmula que se describe a continuación, en la cual interactúan el IPC, IPCelo,

adicionando un ciclo estral y todo esto dividiendo para el número de celos detectados en este periodo.

$$ICC = \text{PROMEDIO} \left(\frac{(IPC - IP_{\text{celo}} + 21)}{\text{número de celos detectados}} \right)$$

Índices económicos

Los índices económicos fueron calculados con la aplicación las fórmulas que se describen a continuación:

1. **Costo de ternero nacido:** Para el cálculo de ternero nacido se realizó la suma de los valores que conlleva mantener una vaca desde el parto hasta que el animal vuelva a parir.
2. **Costo de preñez de la vaca:** en relación a costo de preñez se consideró la suma de los valores para mantener una vaca desde el parto hasta la gestación.
3. **Costo de día abierto:** involucra los valores requeridos para sostener una vaca hasta su concepción a partir de los 100 días post parto.

Resultados.

Número de servicios por concepción (NSC).

Para el número de servicios por concepción se observaron variaciones en todo el año de evaluación, donde el año 2013 se registró el mayor número de servicios por concepción con un valor de 2.81, mientras que en el año 2017 se evidencio el valor más bajo con 1.75. el promedio de los años evaluados registro 2.22 servicios por concepción (Grafico 1), las diferencias encontradas en los años de evaluación fueron producido probablemente por el cambio de vacuna utilizada para diarrea viral bovina, para influenza del tipo 3 y rinotraqueítis infecciosa bovina, durante el año 2013, ocasionado por la falta del biológico regularmente utilizado, lo cual causo varios problemas en los parámetros reproductivos.

Gráfico 1: Comportamiento de las medias del Número de Servicios por Concepción



Fuente: Alzamora F. (2019).

Intervalo parto - primer celo (IPPCelo).

En el intervalo parto-primer celo se registró en el año 2014 el valor más alto con 104.06 días, que difiere con el año 2009, donde se observó la media más baja con 57.12 días (Gráfico 2). En relación al promedio de los años estudiados se registró un IPPCelo de 71.61 días, las diferencias encontradas entre los años tal vez se deban al mal manejo de la detección de celos realizados en la ganadería y a factores relacionados con la mano de obra no calificada.

Gráfico 2: Comportamiento de las medias del Intervalo Parto Primer Celos

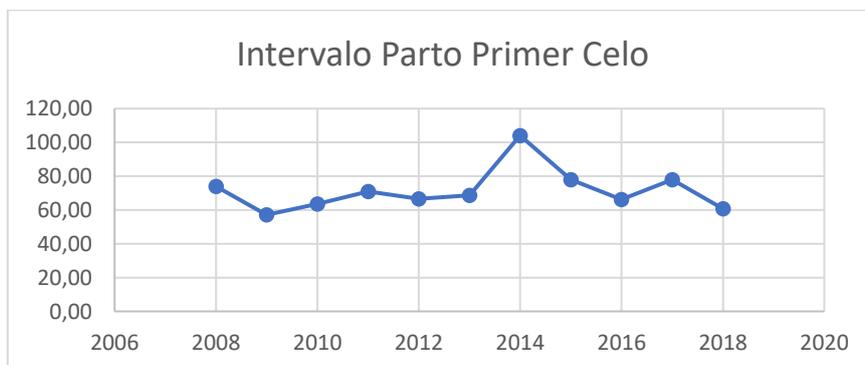


Fuente: Alzamora F. (2019).

Intervalo parto – concepción (IPC).

Los resultados obtenidos para el análisis del intervalo parto concepción presentaron variaciones entre los años evaluados, donde en el año 2014 se registró el mayor valor con 230.50 días, y en el año 2018 se obtuvo el menor valor con una media de 121.35 días. El valor registrado en el promedio del estudio fue 173.58 días. Las diferencias encontradas entre los años probablemente se deban a la poca y mala capacitación del personal encargado de manejar a los animales y un pobre programa de detección de celos.

Gráfico 3: Comportamiento de las medias del Intervalo Parto Primer Celos



Fuente: Alzamora F. (2019).

Intervalo parto – concepción (IPC).

Los resultados obtenidos para el análisis del intervalo parto concepción presentaron variaciones entre los años evaluados, donde en el año 2014 se registró el mayor valor con 230.50 días, y en el año 2018 se obtuvo el menor valor con una media de 121.35 días. El valor registrado en el promedio del estudio fue 173.58 días. Las diferencias encontradas entre los años probablemente se deban a la poca y mala capacitación del personal encargado de manejar a los animales y un pobre programa de detección de celos.

Gráfico 4: Variaciones de las medias del Intervalo Parto Concepción



Fuente: Alzamora F. (2019).

Intervalo parto – parto (IPP).

Para la variable Intervalo Parto-Parto se reportó la mayor media de 504.57 días en el año 2014, y el menor se reportó en el año 2018 con 399.4 días (Gráfico 4), los resultados encontrados permiten indicar que el intervalo parto-parto fue afectado por una mala detección de celos, que provocó una variación de los valores de todos los indicadores revisados.

Gráfico 5: Variación de las medias del Intervalo Parto-Parto

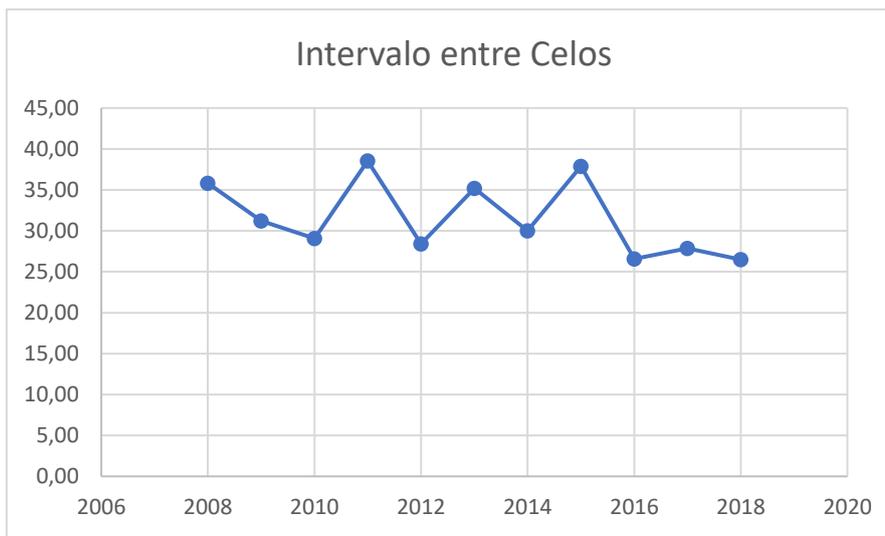


Fuente: Alzamora F. (2019).

Intervalo entre celos (ICC).

En relación al intervalo entre celos, se identificaron variaciones entre los años evaluados, donde en el año 2015 se reportó el valor más alto con 37.87, mientras que en el año 2018 se reportó el valor más bajo con 26,48 días. El promedio obtenido entre los años de estudio fue de 31.55 días. las variaciones encontradas quizás se deben al cambio de personal de la ganadería, teniendo una mejoría en los últimos 3 años.

Gráfico 6: Variación de las medias del Intervalo Entre Celos



Fuente: Alzamora F. (2019).

Costo de día abierto.

Para el indicador de costo de día abierto se tomaron en cuenta los rubros económicos como: alimentación del animal, mano de obra requerida, depreciación de la infraestructura utilizada, maquinaria y medicamentos administrados; con lo que logramos determinar un costo de \$4.34 por vaca, tomando en cuenta los valores (Dávalos Trujillo, 2005) indica que las ganaderías jersey que sobrepasan los 100 días abiertos en promedios son aquellas que generan una pérdida económica puesto que el intervalo entre partos se alarga, lo que nos lleva a incrementar los costos para tener una nueva lactancia y por ende un nuevo pico de producción.

Costo de vacas preñada.

Con el fin de determinar el indicador Costo por vaca preñada se tomó en cuenta los costos que intervienen, los cuales son: alimentación, insumos reproductivos, medicamentos suministrados, combustibles, mano de obra calificada y depreciación de equipos, maquinarias e instalaciones; teniendo como los de mayor impacto la alimentación y la mano de obra requerida, con un total de \$526,57.

Costo de ternero nacido.

Para la variable costo de ternero nacido se necesitó determinar los costos de cada componente, teniendo que la alimentación es el de mayor impacto con \$647,43 lo cual representa un 37,36%. El componente mano de obra es otro con un impacto elevado con \$ 615,57 que representa un 35,52%. El rubro de depreciación de las instalaciones, maquinarias y equipos con \$ 287.57, representando un 16.67%, los valores restantes está contemplado en los rubros de medicamentos, combustibles y costos de reproducción, teniendo una valor total de \$1.733,12 que corresponde al tiempo que un bovino tarda en tener un ternero nacido en la ganadería

Discusión.

Número de servicios por concepción.

El valor del promedio (2.22) obtenido en este estudio guarda relación con los resultados registrados por (Cabrera & Arístides , 2018), los cuales llegaron a determinar un valor de 2.10 ± 0.28 al estudiar los índices productivos y reproductivos en la raza jersey.

El valor registrado en la presente investigación difieren de (Luna , 2002), quien analizó la evaluación reproductiva en la raza Jersey durante 2 años, obteniendo 1.94 servicios por concepción; mientras que los autores (Echeverri, Salazar, & Parra , 2011) y (Dávalos Trujillo, 2005), reportaron medias de 2.7 y 2.52 ± 1.67 respectivamente. Las variaciones encontradas entre las investigaciones pueden deberse al tipo de manejo empleado en los animales.

Intervalo parto - primer celo.

Los valores del promedio que se registra en el presente estudio (71.61 días), difiere con (Rosales, Sttefany, Santamaría, & Jason, 2016), los cuales al analizar los efectos del suministro de propilenglicol y sales aniónicas sobre la condición corporal e incidencia de enfermedades posparto en vacas lecheras de alta producción, se reportó una media de 46 ± 28.8 días; mientras que (Echeverri, Salazar, & Parra , 2011), reportaron intervalos de 45 ± 19.9 días al analizar los factores que afectan el intervalo parto primer servicio en vacas lecheras de crianza intensiva.

Los resultados obtenidos en el criadero “El Puente” son reflejo de un inadecuado proceso de detección de celos por parte del personal encargado, según datos del propietario el cambio de personal y la contratación de personal no calificado ocasionaron estos contratiempos en los parámetros reproductivos.

Intervalo parto – concepción.

Los promedios obtenidos en la presente investigación (173.58 días) guardan relación con (Cabrera & Arístides , 2018), quienes, al examinar los Índices Productivos y

Reproductivos de Holstein, Jersey y Brown Swiss en zonas altas de Perú, registró 168.33 días.

Los datos reportados por (Dávalos Trujillo, 2005) y (Mendoza Vásquez, 2017), demuestran valores inferiores con 160.98 ± 119.1 y $129,81$ días, respectivamente, los valores encontrados difieren entre ellos probablemente sea por las diferentes condiciones de manejo de cada una de las ganaderías analizadas.

El promedio registrado (71.61 días), difiere con (Rosales, Sttefany, Santamaría, & Jason, 2016), quien al analizar los efectos del suministro de propilenglicol y sales aniónicas sobre la condición corporal e incidencia de enfermedades posparto en vacas lecheras de alta producción, encontró una media de 46 ± 28.8 días. Por su parte (Echeverri, Salazar, & Parra, 2011), registraron intervalos de 45 ± 19.9 días, al analizar los factores que afectan el intervalo parto primer servicio en vacas lecheras de crianza intensiva.

Intervalo parto – parto.

El valor promedio obtenido en esta investigación ($451,9$ días) guarda una relación con (Dávalos Trujillo, 2005), quien al evaluar la Caracterización de la Eficiencia Productiva y Reproductiva en la provincia de Chimborazo reportó un promedio de 437.46 días; por su parte (Cabrera & Arístides, 2018), obtuvieron un promedio de 446.09 ± 11.72 días en la raza Jersey al realizar el análisis de los índices productivos y reproductivos de ganado Holstein, jersey y Brown Swiss.

Mientras que (Mendoza Vásquez, 2017), presentó un promedio de 416.13 ± 26.23 en el Intervalo Parto-Parto al analizar los índices reproductivos en ganado Jersey en Perú. La investigación antes mencionada presenta valores que difieren del promedio registrado en la presente investigación.

Intervalo entre celos.

El promedio encontrado en esta investigación (31.55 días) difiere de (Atuesta & Diaza, 2011) y (Colazo, 2017), en relación a estos resultados la Conferencia de reproducción de ganadería de leche (Rippe, 2009) menciona que el ciclo ovulatorio de los bovinos tiene una fluctuación normal de 17 a 24 días con una media de 21 días, “si observamos valores inferiores a estos, se podrían considerar anormales, al contrario valores superiores a esos se deben probablemente a una deficiente detección de celo en las ganaderías”. Esto se debe a una deficiente detección de celo en la ganadería.

Conclusiones:

- Al finalizar la investigación se concluye que el promedio de los parámetros reproductivos de la ganadería “El Puente” durante el periodo 2008-2018 fueron: NSC; 2,2; IPPCelo: $71,61$ días; IPC $173,58$ días; IPP $450,90$ días; ICC es de $31,51$ días.

- El ICC fue superior al rango normal de 17-24 con una media de 21 días, lo que permite indicar que existe una mala detección de celos, que conlleva a que todos los otros índices reproductivos se incrementen causando así pérdidas económicas en la explotación.
- Los costos reproductivos de la ganadería “El Puente” registró los siguientes valores: Costo de día abierto: \$4,34; costo de vaca preñada: \$526,57; costo de ternero nacido: \$1.733,12.

Recomendaciones.

- Se recomienda establecer un protocolo de detección temprana de celos y/o sincronización de celos, puesto que el intervalo entre celos perjudica a los demás parámetros reproductivos.
- Desarrollar capacitaciones constantes al personal que trabaja en la ganadería, con ello garantizaremos un mejor desenvolvimiento en sus actividades.
- Realizar efectivamente los índices de selección y descarte de los semovientes ya que esto mejorará la rentabilidad de la ganadería.

Referencias bibliográficas:

- Atuesta, J., & Diaza, A. G. (2011). Control hormonal del ciclo estral en bovinos y ovinos. Spei Domus.
- Cabrera, B., & Arístides, W. (2018). Índices productivos y reproductivos en vacunos Brown Swiss, Jersey y Holstein en altura-Cooperativa Atahualpa Jerusalen, Cajamarca 1999-2013. Cajamarca- Perú.
- Colazo, M. G. (2017). Fisiología del ciclo estral bovino. Ciencia Veterinaria.
- Dávalos Trujillo, C. (2005). Caracterización de la eficiencia productiva y reproductiva de dos hatos lecheros ubicados en la provincia de Chimborazo, durante el periodo 2002–2003. Riobamba.
- Echeverri, J., Salazar, V., & Parra, J. (2011). Análisis comparativo de los grupos genéticos Holstein, Jersey y algunos de sus cruces en un hato lechero del Norte de Antioquia en Colombia. Zootecnia Tropical. 29(1), 49-59.
- Luna, B. (2002). Evaluación Reproductiva Comparativa en las razas Holstein y Jersey, entre los años 1996 -1998. San Camilo – Arequipa - Colombia.
- Mendoza Vásquez, J. S. (2017). Determinación de los índices productivos y reproductivos del ganado de la raza Jersey en la Cooperativa Agraria de trabajadores Ltda. Atahualpa Jerusalén. Cajamarca -Perú.

Rippe, C. A. (2009). El ciclo estral. In Dairy Cattle Reproduction Conference., (págs. 111-116).

Rosales, S., Sttefany, S., Santamaría, R., & Jason. (2016). Efectos del suministro de propilenglicol y sales aniónicas sobre la condición corporal e incidencia de enfermedades posparto en vacas lecheras de alta producción. Bogota- Colombia.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Alzamora Guerra, E. F., Trujillo Villacís, J. V., Chávez Haro, M. M., Chávez Haro, M. M., & Andino Nájera, P. R. (2020). “Análisis de los parámetros reproductivos en la raza jersey en la ganadería “el puente” y su impacto en la rentabilidad”. *Ciencia Digital*, 4(3), 164-176.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1313>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Prueba piloto de señalización en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo pintura fotoluminiscente



*Signaling pilot test at the Chimborazo Higher Education School painting
fotoluminiscente*

José Luis Llamuca Llamuca.¹, Miriam del Rocío Salas Salazar.² & Alexandra Patricia Guerrero Godoy.³

Recibido: 16-04-2020 / Revisado: 18-05-2020 / Aceptado: 21-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1319>

Research on the relationship between horizontal signage and road safety within the premises of the Chimborazo Polytechnic Higher School located in the Lizarzaburu parish in the Riobamba canton.

For this reason, the analysis is focused on measuring the impact that horizontal signage has on road safety for people who make up the polytechnic community; as well as the drivers of the different motorized and non-motorized vehicles that interact in the daily actions of this higher education center; and generate the technical proposal for horizontal signaling on internal roads and thus contribute to the improvement of mobility and therefore the quality of life of those involved through the reduction of incidents in the area of road safety.

Keywords: Signaling, passenger transport, Transportation, roads, mobility.

Resumen.

La investigación sobre la relación que existe entre la señalización horizontal y la seguridad vial dentro de los predios de La Escuela superior Politécnica de Chimborazo ubicada en la parroquia Lizarzaburu del cantón Riobamba.

¹ Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas Escuela Gestión de Transporte, Riobamba Ecuador, jose.llamuca@epoch.edu.com

² Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas Escuela Gestión de Transporte; Riobamba Ecuador, miriam.salas@epoch.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas Escuela Gestión de Transporte, Riobamba Ecuador, alexandra.guerrero@epoch.edu.com

Por este motivo, el análisis está enfocado en medir el impacto que tiene la señalización horizontal en la seguridad vial de las personas que integran la comunidad politécnica; así como también a los conductores de los diferentes motorizados y no motorizados que interactúan en las acciones cotidianas de este centro de educación superior; y generar la propuesta técnica para la señalización horizontal en las vías internas y de esta manera contribuir a la mejora de la movilidad y por ende la calidad de vida de los involucrados a través de la disminución de incidentes en el área de seguridad vial, por esta razón queremos analizar la pintura fotoluminizante, con el fin de precautelar a la comunidad.

Palabras clave: Señalización, transporte de pasajeros, Transporte, vías, movilidad.

Introducción.

La señalización horizontal está acomodada, fundamentalmente, por las marcas viales. Éstas son unas marcas que se pintan directamente sobre la calzada, y su finalidad es la de advertir y guiar a los usuarios, así como regular el tráfico.

Son líneas o figuras, aplicadas sobre el pavimento, que tienen como objetivo satisfacer una o varias funciones.

Debido a su ubicación y sus características, las marcas viales son de vital importancia con condiciones meteorológicas adversas y de reducida visibilidad, por lo que su correcto mantenimiento y ejecución resultan cruciales para mantener la seguridad vial en dichas situaciones (por ejemplo, con niebla densa, el conductor puede tener fuera de su campo visual una señal vertical y, sin embargo, puede leerla si se ha pintado sobre la calzada, además de que las marcas longitudinales le ayudan a guiarse y mantenerse sobre la vía). Ingresan diariamente cerca de 20000 personas (según el último informe de talento Humano y registro de matrículas del periodo octubre 2017 – marzo 2018) entre estudiantes, docentes, empleados y trabajadores de la misma; la oferta académica de la institución se incrementa cada año, Nos enfocamos en medir el impacto que tiene la señalización horizontal en la seguridad vial de las personas que integran la comunidad politécnica.

1.1.Planteamiento del problema

La ESPOCH acuden diariamente cerca de 20000 personas (según el último informe de talento Humano y registro de matrículas del periodo Octubre 2017 – Marzo 2018) que se encuentran emparentadas con la actividad de educación superior ya sea como estudiantes, docentes, empleados y trabajadores de la misma; cada año esta cifra de personas sigue aumentando

Ocasionando que las instalaciones y los accesos viales a las mismas tengan que aumentarse considerablemente para brindar un servicio de educación acorde a la demanda presentada; pero ello ha provocado que algunos parámetros de movilidad como la señalización horizontal aun no brinden la garantía para contar con una seguridad vial

adecuada dentro de las instalaciones de la ESPOCH. Or lo cual trabajamos el impacto que tiene la señalización horizontal en la seguridad vial de las personas que integran la comunidad politécnica.

Justificación de la investigación.

Recubrimiento diseñado en base de una resina acrílica base solvente de un solo componente. Su principal característica es su efecto fotoluminiscente, lo que genera luminosidad en la oscuridad después de estar expuesta a iluminación natural o artificial como lámparas y focos. (Pinturas Unidas, 2018)

Las opciones de transporte, especialmente la del transporte terrestre, están generando problemas negativos para el desarrollo de seguridad para los seres humanos, especialmente en el transporte situación que puede ser más compleja al no ejecutar planes de concientización.

El sistema de transporte terrestre de la ciudad de Riobamba, tiene ciertas características que convierten el servicio en una solución a medias, en mucho de los casos sin señalización eliminando la forma segura de transporte, no se observan los estándares de calidad, y sumada por diversas causas como por temas de conducta de los seres humanos en general (peatones y conductores) de aquí nace la importación de la señalética en forma general y por esta razón se quiere aplicar como prueba el uso de la pintura efecto fotoluminiscente para reducir los accidentes en la noche.

Por esta razón se pretende crear un plan piloto. En incremento en carretera urge una señalización diferente y segura pues coincide en la señalética en forma general tiene que estar muy bien resaltadas y en lugares visibles, esta investigación busca una nueva alternativa, para amenorar estos problemas en la señalización horizontal aplicando pues la composición química de esta pintura aplicada en este estudio, ayuda al conductor con una mejor visión sobre todo altas horas de la noche, la señalética utilizada en este ciudad no ayuda en la visión nocturna lo que provoca accidentes en aumento, y más cuando el parque automotor está en incremento esto reflejado en la ciudad.

Marco teórico

Señalización

Es el conjunto de estímulos que condiciona la actuación de las personas que los captan frente a determinadas situaciones que se pretender resaltar.

La señalización de seguridad tiene como misión llamar la atención sobre los objetos o situaciones que pueden provocar peligros, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad en los centros locales de trabajo.

Transporte por carretera.

En el transporte rápido especialmente concebido para distúta dentro de la ciudad. Su principal razón de ser es proporcionar un servicio de apro (CerdA, 2017) visionamiento y distribución tanto a los establecimientos empresariales localizados en ella como al consumidor final. Pese a la escasez de información específica en el campo de la logística urbana, puede establecerse una relación directamente proporcional entre la actividad económica, el volumen de población y el volumen de la logística urbana generada, de manera que, conforme crecen la actividad económica y la población, aumenta la complejidad de la optimización del funcionamiento de la cadena de la logística urbana. Cabe destacar que la operativa asociada a esta actividad tiene un impacto sobre la movilidad de la ciudad y sobre el coste global de la cadena logística para los operadores.

Cerdà, I. (2010). Logística urbana. Barcelona, Spain: Marge Books. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/esepoch/59295?page=11>. ancias menores (Castro, 2017)

Clases de señalización

Del sentido al que se pretende sobresaltar, la señalización se clasifica en: señalización óptica, acústica, olfativa y táctil.

Tabla 1. Clases de señalización.

Clases de señalización	
	Señales de seguridad.
	Avisos de seguridad.
Óptica	Colores de señalización.
	Balizamiento
	Alumbrado de emergencia.
Acústica	
Olfativa	
Táctil	

Fuente: Elaboración propia.

Definición de signo de seguridad.

Sirviéndose de la combinación de una forma geométrica, un color y un emblema proporciona una investigación determinada relacionada con la seguridad.

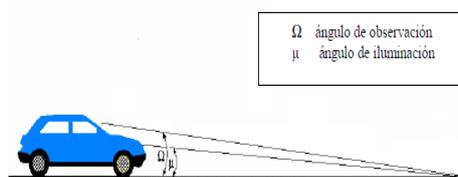
Clases de signos de seguridad.

En función de su aplicación se dividen en:

- Signos de prohibición: Señal de seguridad que impide un comportamiento que puede provocar una situación de peligro.
- Signos de obligación: Es un signo de seguridad que obliga a un comportamiento determinado.
- Signos de advertencia: Señal de seguridad que advierte un peligro.
- Signos de información: Señal que suministra información para facilitar el salvamento o garantizar la seguridad de las personas.
- Signo de salvamento: Es el signo que en caso de riesgo indica la salida de emergencia, la situación del puesto de socorro o el emplazamiento de un dispositivo de salvamento.
- Signo indicativo: Suministra otras investigaciones diferentes a las de prohibición, obligación y de advertencia.
- Signo auxiliar: Contienen únicamente texto y se maneja conjuntamente con las señales indicadas anteriormente.
- Señal complementaria de riesgo permanente: Sirven para señalar lugares donde no se utilicen formas geométricas normalizadas y que suponen un riesgo permanente de choque, caída.

Colores, formas, dimensiones y símbolos.

Figura 1. Ángulos de iluminación



Fuente: INEN

Colores.

Su oficio tener cuidado, mostrar la existencia de un riesgo y facilitar su caracterización fácil y rápidamente franjas de las señales donde se aplica el color son tres:

- Franja de seguridad.
- Franja de contraste.
- Franja de símbolo. (JOSE, 2012, pág. 3)

No toda la luz emitida por una fuente luminosa, por ejemplo, una bombilla, es percibida por el ojo humano, ni toda la energía consumida por esa fuente se transforma en luz. Para controlar esta serie de parámetros, es necesario establecer nuevas magnitudes con las que se puedan realizar mediciones correctas.

- Flujo luminoso (Φ). “Potencia (W) emitida en forma de luz a la que el ojo humano es sensible”.

La magnitud en la que se mide el flujo luminoso (Φ) es el lumen (lum), a la relación entre el Watt y el lumen se la llama equivalente luminoso de la energía y equivale a:

- Intensidad luminosa (I). “Es el flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección concreta”. El flujo luminoso nos dice la cantidad de luz que emite una fuente de luz. Dependiendo del tipo de fuente, la luz se emitirá en todas las direcciones o en una dirección determinada, por ejemplo, una bombilla emitirá la luz en todas las direcciones del espacio y un proyector lo hará solo en una dirección.
Está claro que es necesario saber cómo se distribuye el flujo luminoso en cada dirección mediante la intensidad luminosa (I), cuya unidad es la candela (cd).
- Iluminancia (E). “Es el flujo luminoso recibido por una superficie”. (JOSE, 2012)

Señalización horizontal.

La señal horizontal, concierne a la aplicación de marcas viales, accedidas por líneas, flechas, símbolos y letras que se pintan sobre el pavimento, bordillos o sardineles y estructuras de las vías de tráfico o contiguas a ellas, así como los objetos que se instalan sobre la superficie de rodadura, con el fin de regular, regularizar el tránsito o indicar la apariencia de obstáculos.

Consideraciones generales.

La demarcación desempeña funciones definidas e importantes en un adecuado esquema de regulación del tránsito. En algunos casos, son usadas para completar las disposiciones o avisos de otros terminales, tales como las indicaciones verticales y semáforos; en otros, participan ilustraciones que no pueden ser mostradas mediante el uso de todo otro dispositivo, siendo un modo muy efectivo de hacerlas entendibles.

Para que la señalización horizontal cumpla la función para la cual se usa, se requiere que se tenga una igualdad respecto a las extensiones, diseño, insignias, caracteres, colores, repetición de uso, circunstancias en que se utiliza y tipo de material pasado.

Las diferencias viales o demarcaciones incumben ser reflectivas excepto marcha peatonal ejemplar cebra, o estar ajustadamente iluminadas.

Las figuras de demarcación con boceto en frío que se apliquen sobre concreto asfáltico corresponderán quedar pintadas como mínimo treinta (30) días después de labrada en la carpeta de rodadura. Cuando por contextos específicos se solicite realizar el territorio antes de dicho término, ésta tocará realizarse empleando un espesor húmedo igual a la mitad del descrito para la pintura definitiva y se deberá colocar aquella adentro de los ocho (8) días siguientes.

Materiales.

Las estampillas viales se deben crear mediante el uso de pinturas en frío o en caliente. Sin embargo, puede preparar otro tipo de material, siempre que efectúe con las especificaciones de color y claridad; siendo preciso que no muestren contextos resbalosos, fundamentalmente en los pasos peatonales y en las cercanías a éstos.

Los cuadros alargados, lograrán estilarse dispositivos particulares (tachas, estoperoles o boceto termoplástica con pequeños abultamientos-vibraline), que resalten menos de 2,5 cm del área de la tierra y de color blanco o amarillo.

Hacia delimitar cabos o islas, conseguirán manejar nuevos dispositivos (tachones, boyas resistente o plásticas, bordillos, etc.), que descuellen del área del suelo a una altura máxima de 10 cm.

Los requerimientos que debe verificar el boceto en frío para marcación de pavimentos son los vistos en la norma técnica colombiana NTC-1360-1.

las fallas reflectivas corresponderán efectuar con lo especificado en la norma técnica colombiana NTC-4745.

Los requerimientos para el bosquejo y estudio de materiales como pinturas, termoplásticos, dúctiles en frío y hiladillos preformadas, empleados en la demarcación de vías y vías, son los establecidos en la norma técnica colombiana NTC-4744.

Colores y letras.

Las figuras longitudinales y estampillas corresponden ser blancas o amarillas. En las líneas alargados el color blanco se empleará para crear apartamiento entre tránsito en el igual sentido y el amarillo entre tránsito de sentido inverso. Las flechas, emblemas y letras serán de color blanco, a excepción de las flechas de doble cabeza manipuladas para la demarcación de carriles de contraflujo. Cuando se solicite dar oposición a las figuras blancas o amarillas podrá utilizar líneas obscurecidas adyacentes a ellas y de amplio parejo a $\frac{1}{2}$ del ancho de la raya, excepto para estampillas viales en donde se realizarán líneas negras que resalten 5 cm, la demarcación de suelos se traerán las letras del alfabeto contenido en el actual capítulo.

Clases de señales de tránsito.

Reglamentarias o prescriptivas

- Prohibición: simbolizan que determinada acción no puede realizarse.
- Restricción: son aquellas que indican los límites de la velocidad, peso y tamaño de los vehículos, uso de estacionamiento y carriles.
- Prioridad: cambian o refuerzan la prioridad respecto de a quién corresponde pasar primero en una esquina o tramo del camino.

Señales informativas.

- Nomenclatura urbana (destinos y distancias, características de la vía).
- Información turística.
- Servicios.

Señales preventivas.

- Máximo peligro: indican que hay que conducirse con extrema precaución sobre determinados lugares porque el peligro que hay alrededor es muy grande.
- Físicas: simbolizan determinadas características de la ruta, por ejemplo: que se acerca una curva, un túnel o un puente. (mtop, s.f.)

Clasificación.

La señalización horizontal se clasifica así:

- Estampillas longitudinales.
- Estampillas transversales.
- Estampillas de bordillos y sardineles.
- Estampillas de objetos.
- Adentro de la vía.
- Contiguos a la vía.

Marcas longitudinales.

Raya continua sobre la calzada figura que ningún conductor con su carro debe cruzar ni circular sobre ella, ni cuando la estampilla separe los dos sentidos de tráfico, circular por la izquierda de ella.

Marca longitudinal formada por dos líneas incesantes tiene el mismo significado. Se exceptúan a importante las líneas continuas de borde de calzada.

Líneas centrales.

Se utilizarán estas líneas de color amarillo, para mostrar el eje de una calzada con tránsito en las dos vías y de color blanco para apartar carriles de tránsito, en el mismo sentido. En contextos especiales esta raya puede no estar en el centro geométrico de la pista, como es el caso de mutaciones en el ancho del pavimento, cuando hay un carril adherido para partida lenta, en la entrada a túneles o puentes angostos, etc.

Las líneas centradas corresponden utilizar en los siguientes casos:

- En vías rurales de dos molestos, con ancho de pavimento de 5,50 m o más.

- En vías suplentes o de jerarquía superior, adentro del perímetro urbano de las poblaciones.
- En todas las vías o carreteras de cuatro o aumento de carriles, ciclorrutas, autopistas, carreteras principales y secundarias, y todas las vías en donde un artículo de ingeniería de tránsito así lo aconseje.

Las figuras centrales estarán accedidas por una línea segmentada de 12 cm de ancho, como mínimo, con una relación de distancias entre segmento y espacio de tres (3) a cinco (5).

Tendrán las siguientes dimensiones:

En vías rurales.

- Longitud del segmento pintado 4,50 m.
- Longitud del espacio sin pintar 7,50 m.

En vías urbanas.

- Longitud del segmento pintado 3,00 m.
- Longitud del espacio sin pintar 5,00 m.

Líneas centrales y de borde de pavimento.

Línea de borde de pavimento.

Línea central.

Gráficos de borde de pavimento.

Esta raya separa la acera del carril de tráfico, indicando el borde exterior del pavimento las vías, urbanas y rurales que no reciten con sardineles y en las vías arterias o de jerarquía gigante, se debe demarcar la orilla de suelo para frenar el tráfico de vehículos por la acera y fundamentalmente en el acercamiento a encuentros, cruces, puentes angostos, contornos urbanos, etc.

La línea de orilla de suelo de color amarillo a la derecha de la calzada, en vías con separador, indica la finalización de circulación en ese sentido.

También podrán demarcarse líneas de borde de pavimento de color azul, en las aproximaciones a hospitales, clínicas y centros de atención médica. Estas líneas se teñirán en las vías que lleven a tales sitios, desde una distancia de 500 m o más. Los casos en que se diferencie mantener la raya de borde de pavimento de color blanco, se instalarán tachas reflectivas bidireccionales de color azul, apartadas entre sí 3 m.

Líneas del carril.

Las líneas aprovecharán para concretar los carriles que llevan el tránsito en igual dirección. Asimismo, cumplen lo puesto de aumentar la eficacia del uso de una vía en sitios en donde se muestran congestionamientos.

Hay que indicar que la permuta del carril se puede hacer sin enfrentar un riesgo, se usará una línea blanca fraccionada de 12 cm de ancho, como mínimo, con correspondencia de longitudes entre fragmento y espacio de tres (3) a cinco (5), conforme a las consecutivas dimensiones:

En vías rurales.

- Longitud del segmento pintado 4,50 m
- Longitud del espacio sin pintar 7,50 m

En vías urbanas.

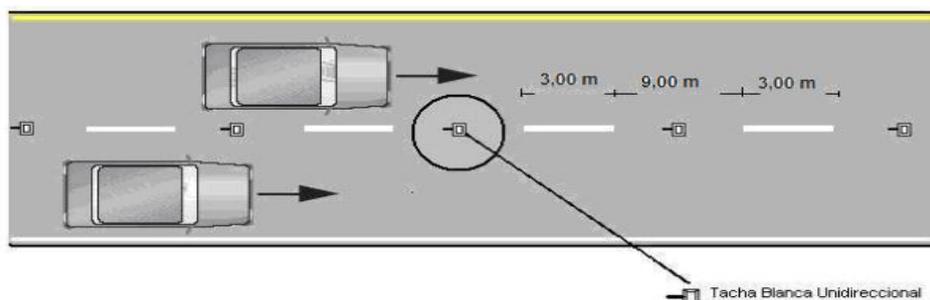
- Longitud del segmento pintado 3,00 m.
- Longitud del espacio sin pintar 5,00 m.

El canje de carril puede conducir un riesgo, si no se verifica con precaución, se usará una línea blanca perpetua de 12 cm de ancho, como mínimo.

Dibujos de separación de rampas de entrada o de salida.

Realizan la separación entre el carril de tráfico de una vía de alta ligereza y la rampa de entrada o de salida, donde existen huellas de prontitud o desaceleración para los vehículos. Las líneas serán de color blanco, discontinuos con tramos de un metro (1,0 m), apartadas un metro (1,0 m) y con un ancho de 0,20 m.

Figura 2. Señalización Horizontal

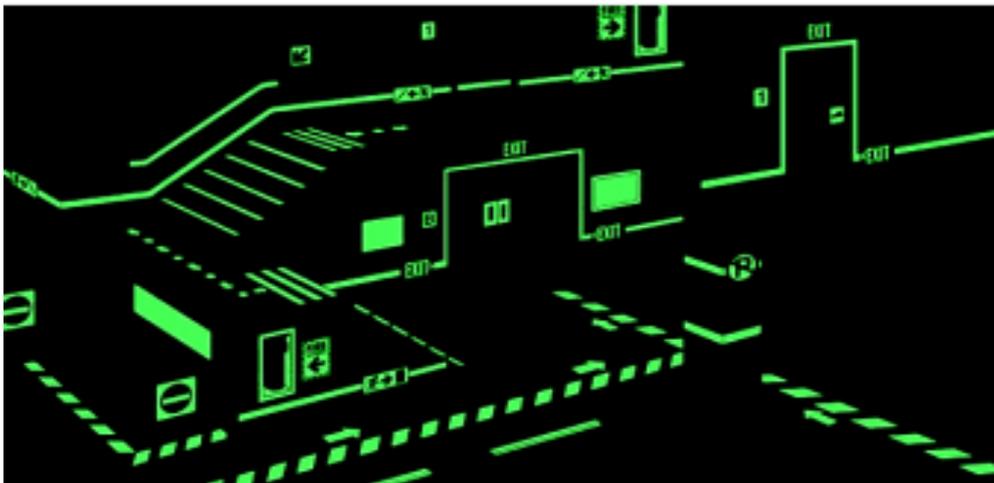


Fuente: INEN, Líneas de carriles segmentadas, Reglamento Técnico Ecuatoriano.

Por el nivel de riesgo que implica esta maniobra las zonas de no rebasar deben estar debidamente señalizadas según el reglamento de la ley orgánica de transporte terrestre tránsito y seguridad vial, es decir en todos aquellos sitios en los que exista “una distancia de visibilidad de rebasamiento menor a la distancia de rebasamiento mínimo, siendo esta última la distancia necesaria para que el vehículo abandone su carril, pase al vehículo que lo precede y retorne a su carril de forma segura, sin afectar la velocidad del vehículo rebasado, ni la del otro que se desplaza del sentido contrario del carril utilizado para rebasar” Reglamento técnico ecuatoriano de Señalización. (INEN, 2011)

Es conveniente para lugares entrañables donde se requiera señalar escapatorias de urgencia, escaleras, pasamanos, caminos de seguridad, líneas de evacuación con el propósito de a seguridad, durante la pérdida de luz natural o artificial. El efecto luminiscente tiene una durabilidad de hasta 2 horas. (Pinturas Unidas, 2018)

Figura 3. Efecto de la aplicación de la pintura Fotoluminiscente



Fuente: Pinturas unidas.

Metodología de la investigación.

Tipo de investigación.

El trabajo investigativo será de tipo experimental se manipula las variables, mediante observación y análisis de las vías, donde el investigador presencia el problema y mediante las técnicas e instrumentos necesarios comprobará la idea a defender planteada.

Tipo de estudio.

Se aplicará un estudio Transversal, debido a que no existe continuidad en el eje del tiempo, es decir que se mide a la vez la prevalencia de la exposición y del efecto en una muestra poblacional en un solo momento temporal.

Métodos de investigación.

- **Método Inductivo:** Este método parte de lo particular a lo general, ya que inicia con la observación de los problemas individuales de las vías para poder llegar a conclusiones generales sobre la realidad de esta.
- **Método Analítico:** A través de este método se analizará cada resultado obtenido para detectar las posibles causas que ocasionan falencias.

Técnicas de la investigación.

Las técnicas empleadas para la recolección de información son:

- **Encuestas:** Para la presente investigación se pretende recolectar información directa de los accionistas, la misma que dará a conocer las opiniones, actitudes y sugerencias.
- **Observación directa:** Para el desarrollo de este proyecto el equipo de investigación obtiene información directa de la aplicación de la pintura directamente en las vías señaladas.

Instrumentos.

- **Cuestionario:** La aplicación de una encuesta con preguntas cerradas y abiertas dirigidas a los usuarios de las vías determinando sus expectativas y percepción.
- **Ficha de observación:** Se utiliza un check list para tiempos, calidad y duración de las pinturas, objeto de estudio junto con la calidad de las vías.

Alcance del proyecto.

Este análisis tiene la finalidad de generar una correcta señalización horizontal prototipo dentro de la movilidad interna de la ESPOCH. Con líneas específicas de dos vías principales, que dará lugar a otros proyectos.

Desarrollo de la investigación.

Nuestra investigación se basará en los siguientes parámetros:

Métodos, técnicas e instrumento.

Métodos.

Científico.

Caracterizado por tener un conjunto de pasos para realizar un experimento y de ahí obtener una respuesta o conclusión de este.

Inductivo.

Método que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares; lo que se debe analizar los aspectos generales tanto variables dependientes e independientes.

Deductivo.

Requiere de principios generales, conocimientos bastos sobre el tema para llegar a cualquier conclusión de orden particular.

Lo que en la investigación mediante un razonamiento lógico deducirá por qué mejorar el servicio de calidad y el funcionamiento del sistema operacional del terminal.

Analítico.

Este método implica el análisis es decir la separación de un todo en sus partes o elementos constitutivos.

Lo que permitirá hacer el análisis del sistema operacional del terminal Inter cantonal para lograr una mejor funcionalidad al mismo.

Sintético.

Un proceso analítico – sintético el cual se parte de la tesis de casos, biografías o fenómenos individuales para llegar al hallazgo de un iniciación o ley que rige. En el proyecto de investigación es la orden y agrupación de datos para desarrollar las conclusiones respectivas.

Técnicas.**Observación directa.**

Que para una apreciación y/o análisis de la confusa, lo recomendable es estar en relación directo con campo de estudio, para realizar una base de datos de todos los aspectos que influyen en la respectiva problemática, a efecto de que nos sirva de elementos de disposición a formular el análisis, conclusiones, recomendaciones y propuestas.

Encuesta.

Se empleará esta técnica, la misma que será dirigida a los conductores y usuarios.

Instrumento.**Cuestionario.**

Se realiza como una herramienta para la realización de las encuestas donde constarán preguntas abiertas y cerradas proporcionando información necesaria.

Ficha de observación.

Son instrumentos de la investigación de campo. Se usan cuando el investigador debe registrar datos que aportan otras fuentes como son personas, grupos sociales o lugares donde se presenta la problemática. (Baldereola, 2009)

Resultados.
Análisis e interpretación de resultados.
Ficha de observación de las vías de la Espoch.
Tabla 2. Situación actual.

Descripción	Existe	No existe	N°	Dimensiones	
				L	A
Señalización horizontal	Si				
Señalización vertical	Si				
Visualización de señalética	Si				
Se encuentran correctamente ubicados					
Servicios de seguridad	No				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Ficha de observación de las vías de la Es poch con el uso de la Pintura

Descripción	Si	No	N°	Dimensiones	
				L	A
Señalización horizontal clara	X				
Visualización a distancia	X				
Visualización de color apropiado	X				
Se encuentran correctamente ubicados	X				
Visible para el conductor	X				

Fuente: Elaboración propia.

Características de la pintura.

- Anteriormente da aplicar mezclar perfectamente la pintura con una paleta limpia, desde el fondo del recipiente hacia fuera, gestionando homogenizar todo el material incluso que esté libre de lugares y tenga un color uniforme.
- Este producto al exterior puede trastornar totalmente la funcionalidad del producto.
- El beneficio de la pintura podrá modificar debido al tipo de área a pintar, arruga y porosidad de la superficie, procedimiento de aplicación usado, situaciones de trabajo, grosor de película, desperdicios de pintura, etc.
- El máximo efecto luminiscente, deberá siempre utilizarse un fondo color blanco. El uso de otro color no está recomendado ya que puede perjudicar el desempeño de la pintura Acrílica Fotoluminiscente.
- El efecto fotoluminiscente depende del tipo de sustrato, tipo de luz, tiempo de exposición y ángulo de incidencia. La aplicación incorrecta del fondo y/o de la pintura provocará una mala funcionalidad.
- El efecto fotoluminiscente puede ser afectado por suciedad o contaminación.

Conclusiones:

- Propiedades físicas y datos de aplicación. Color: Verde luminiscente Acabado: Mate Exposición: Solo para interior Sólidos por masa: 55% Sólidos por volumen: 45% Peso específico: 1.18 g / cm³ Número de componentes: Uno Viscosidad a 25°C: 60 - 65 Seg / Copa Ford N° 4 Proporción de la mezcla: Se aplica sin diluir Tiempo de vida útil en el envase: 1 año Espesor seco recomendado: 50 micras Rendimiento teórico: 8.0 m² / litro a 50 micras de espesor Entintado: No se entinta Método de aplicación: Pistolas: sin aire (Airless) convencional Brocha y Rodillo Presión de boquilla: 175 bar Limpieza de equipos: Reductor Cód 403 Tiempo de secado al tacto a 25 °C 30 min Para repintar: 2 horas Tiempo de luminiscencia: 2 horas. (Pinturas Unidas, 2018)
- Al analizar las propiedades físicas de la pintura primeramente iniciaríamos por el costo en relación con la pintura tradicional su costo es alto. El pavimento tiene que ser totalmente liso como se lo demuestra a continuación.
- Preparación de la superficie. Es adecuado para lugares interiores donde se requiera señalar salidas de emergencia, escaleras, pasamanos, caminos de seguridad, líneas de evacuación con la finalidad de proporcionar seguridad, durante la pérdida de luz natural o artificial. El efecto luminiscente tiene una durabilidad de hasta 2 horas.

- Toda superficie antes de recubrirla debe de cumplir con las siguientes condiciones. - Limpia: Elimine polvo, grasa, pintura suelta, óxido, moho, tierra, y cualquier material que impida que la pintura se adhiera a la superficie. Remueva con cepillo de alambre toda la pintura suelta o dañada. - Seca: No deberá existir humedad en la superficie. - Opaca: La superficie no deberá ser brillante ni estar pulida. - Superficies mampostería, concreto, cemento y materiales similares: Estas superficies deberán tener por lo menos 28 días de haber sido curadas.
- Lave la superficie con una solución al 10 % de ácido muriático. Deje actuar por 20 minutos. Enjuague la superficie con abundante agua hasta eliminar el exceso de ácido. Deje secar perfectamente la superficie. Repare grietas y huecos con un resonador para muros.
- Nuestras carreteras tienen grietas es decir su efecto no conviene, en otros países si utilizan para la aplicación de señalización horizontal pero la realidad es otra con respecto a nuestros países.

Referencias bibliográficas:

Baldereola, d. (2009). metodología de la investigación.

Campillos López, J. (2012). Mantenimiento del sistema de alumbrado y señalización (MF0627_2). Málaga, Spain: IC Editorial. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/epoch/42703?page=14>

Castro, F. C. (2017). manual del transportista. España: Ediciones Diaz de Santos.

Cerda, I. (2017). logística urbana. Spain: marge Books.

<https://www.pinturasunidas.com/uploads/productos/industrial/21.PINTURA%20FOTOLUMINISCENTE.pdf>. (s.f.). Obtenido de <https://www.pinturasunidas.com/uploads/productos/industrial/21.PINTURA%20FOTOLUMINISCENTE.pdf>: <https://www.pinturasunidas.com/uploads/productos/industrial/21.PINTURA%20FOTOLUMINISCENTE.pdf>

INEN. (2011). Zonas de no rebasar.

INEN. (s.f.). ángulos de iluminación. INEN.

INEN. (s.f.). líneas de carriles segmentadas (Reglamento técnico Ecuatoriano). INEN. Recuperado el jueves de junio de 21018

JOSE, C. L. (jueves de abril de 2012). Mantenimiento Del Sistema De Alumbrado. España: IC Editorial. Recuperado el jueves de abril de 2018, de <https://senalizacion.html:html.rincondelvago.com/senalizacion.html>

Mtop. (s.f.). Señales de tránsito Ecuador. Obtenido de
.foresecuador.ec/forum/aficiones/autos-y-motos/9146-señales-de-tránsito-de-
ecuador-y-su-significado-informativas-preventivas-reglamentarias

Rodriguez, D., & Valldeoriola, J. (2009). Metodología de Investigación. Barcelona:
Universitat Oberta de Catalunya.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Llamuca Llamuca, J. L., Salas Salazar, M. del R., & Guerrero Godoy, A. P. (2020). Prueba piloto de señalización en la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo pintura fotoluminiscente. *Ciencia Digital*, 4(3), 177-194.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1319>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Elaboración de un proceso tecnológico para la producción de jugo de naranja en polvo



Elaboration of a technological process to produce orange juice powder

Alexandra Isabel Tapia Borja.¹, Mabel Mariela Parada Rivera.², César Arturo Puente Guijarro.³, Paúl Marcelo Manobanda Pinto.⁴ & Gonzalo Iván Guanoluisa Ataballo.⁵

Recibido: 17-04-2020 / Revisado: 19-05-2020 / Aceptado: 22-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1323>

The objective of this work was to evaluate a technological process for the production of orange powder, identifying variables and parameters through tests at the laboratory level, which will later be simulated in a process software in order to analyze its technical and economic feasibility. Two varieties of orange were characterized by analyzing their physicochemical properties, selecting the Valencia variety with 79.78% and discarding the Washington variety with 61.5%, clarifying and encapsulating the fluid for atomization. Statistically, an excellent yield of 76.7% and a humidity of 0.763% were determined, with a temperature of 140 ° C and a concentration of 7% w / w. The physical chemical and microbiological analyzes are: ° Brix; 9.6, pH; 3.61, total coliforms, faecal coliforms, Ecoli 0 CFU / g, molds and yeasts < 10 CFU / g, being within the allowed range of the NTE INEN 2471. The simulation was performed based on 5 (MT) that corresponds to 25% of the unused production in the orange production of the Caluma canton, taking into account that the total production is 22,482 MT, three sections were defined: fruit preparation, juice production and powder production, the same that count with unit operations of each section. From a technical point of view, the project is totally viable, because the sub-processes are feasible to be implemented and the final product meets the necessary requirements for transportation and consumption.

The process is economically feasible, however the system in 15 years generates a NPV (Net Present Value) of 744,000 USD and an IRR (Internal Rate of Return) of 10% which, despite

¹ Docente Investigador, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Carrera de Agronomía, Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Latacunga, Ecuador, alexandra.tapia@utc.edu.ec

² Docente Investigador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Riobamba, Ecuador, mparada@epoch.edu.ec

³ Docente Investigador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias, Escuela de Ingeniería Química, Riobamba, Ecuador, cesar.puente@epoch.edu.ec

⁴ Docente Investigador, Universidad Estatal Amazónica (UEA), Departamento de Ciencias de la Vida, Carrera Ingeniería Ambiental, Puyo, Ecuador, pmanobanda@uea.edu.ec

⁵ Investigador Independiente en el área ambiental, Latacunga, Ecuador, gonza.guanoluisa01@hotmail.com

being positive, may not be attractive to investors, considering that a total capital investment (\$ 2,878,000 \$ USD) and the operating cost (4,814,762 \$ USD) will be required.

Keywords: chemical engineering and technology, maltodextrin, spray drying, computational simulation.

Resumen.

El objetivo de este trabajo fue evaluar un proceso tecnológico para la producción de polvo de naranja identificando variables y parámetros a través de ensayos a nivel laboratorio, que posteriormente se simuló en un software de procesos con el fin de analizar su pre factibilidad técnica y económica. Se caracterizó dos variedades de naranja analizando sus propiedades fisicoquímicas, seleccionando la variedad valencia con un 79.78% y descartando la Variedad Washington con el 61.5%, se clarificó y encapsuló el fluido para su atomización. Estadísticamente se determinó un excelente rendimiento de 76.7 %, y una humedad 0.763 %, con temperatura de 140°C y concentración 7% p/p. Los análisis fisicoquímicos y microbiológico son: °Brix; 9.6, pH; 3.61, coliformes totales, coliformes fecales, Ecoli 0 UFC/g, mohos y levaduras < 10 UPC/g, encontrándose dentro del rango permisible de la NTE INEN 2471. La simulación se realizó en función a 5 (TM) que corresponde al 25 % de la producción no utilizada en la comercialización de naranja del cantón Caluma, teniendo en cuenta que la producción total es de 22.482 TM, se definieron tres secciones: preparación de la fruta, producción de jugo y la producción de polvo, los mismos que, cuentan con operaciones unitarias propias de cada sección. Desde el punto de vista técnico, el proyecto es totalmente viable, debido a que los subprocesos son factibles de ser implementados y el producto final cumple con los requisitos necesarios para su comercialización y consumo. El proceso es económicamente factible, sin embargo, el sistema en 15 años genera un VAN (Valor Actual Neto) de 744.000USD y un TIR (Tasa Interna de Retorno) de 10% que a pesar de ser positivos podrían no ser atractivos para los inversores, considerando que se requerirá una inversión total del capital (\$ 2.878.000\$USD) y el costo de operación (4.814.762\$USD).

Palabras Clave: Ingeniería y Tecnología Química, Maltodextrina, Secado Por Atomización, Simulación Computacional.

Introducción.

La naranja es nativa de la región tropical y subtropical de Asia, desde donde se ha dispersado su cultivo por diferentes partes del mundo y que en la actualidad se produce en varias regiones que poseen un clima cálido y templado. El jugo de naranja al ser consumido en estado fresco genera una fuente natural de nutrientes y vitaminas que favorece como refuerzo del sistema inmunológico, debido a que gran parte de su contenido es vitamina c fibras y minerales (Moreiras, 2009, citado en Tapia, 2020).

A nivel mundial la producción de naranjas es de 66,4 millones de toneladas aproximadamente que representa el 14%, las proyecciones señalan que la producción aumentará en una tasa anual de 1,2 % (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación,

2010). El cítrico es uno de los más destacados en la agricultura, y en la economía, con un estimado del 58%, (FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, (2013).

En Ecuador la producción total de naranja es de 149.380 TM, la superficie cultivada es de 39.860 Has. En la provincia de Bolívar la producción es de 90.092 TM con una superficie cultivada 10.630 Has., y específicamente el en cantón Caluma produce 22.482 TM con una superficie cultivada de 2.650 Has (MAGAP, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2013, citado en Tapia, 2020).

En el Cantón Caluma del subtropical de Bolívar reconocido como la capital cítrica, un árbol en tiempos atrás generaba 150 y 200 frutos, mismos que en la actualidad producen 400 y 700 frutos, esto ha generado una sobreproducción y disminución en los precios del mercado, además que, al no vender la producción total, el resto del producto se degradara, produciendo pérdidas económicas (El Telégrafo, 2019, citado en Tapia, 2020).

Reineccius, (1989 citado en Ochoa., E, 2019) el secado por atomización es uno de los métodos más empleados en muchos sectores, industriales, cerámico, químico, alimentario y farmacéutico, aplicando temperaturas de procesos adecuadas el agua se elimina en forma de vapor, hasta obtener un producto de calidad, conservando las propiedades físicos químicos de los productos, eliminar la mayor cantidad de agua y conservar el producto de los microorganismos que causan la oxidación (Geankoplis, 1998, citado en Tapia, 2020).

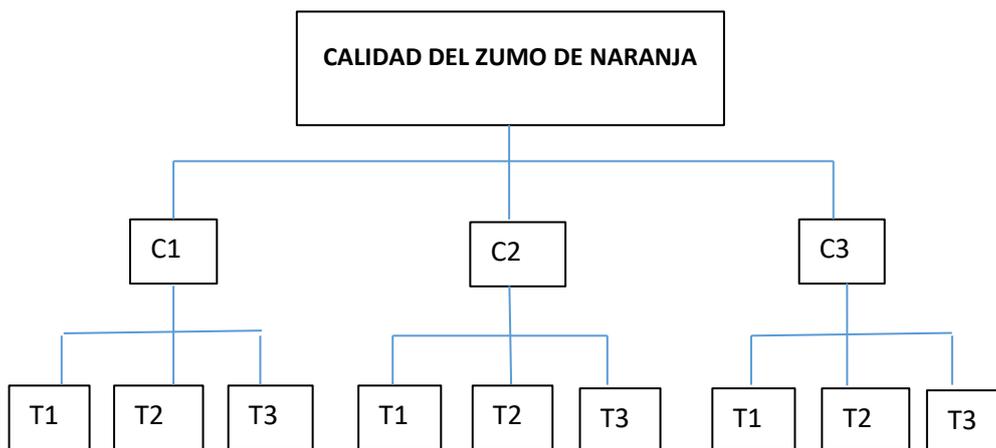
La simulación es la utilización de recursos computacionales con el propósito de construir modelos representativos aplicado en la industria química, física, biológica y ambiental, se basadas en operaciones unitarias, que realiza los procesos mediante diagramas de flujo, mecanizando los procesos y encontrando un punto de operación estable, que permite predecir la operación y el comportamiento real, técnica y económica del sistema (Designer, 2019, citado en Tapia, 2020).

Metodología.

La investigación es de tipo exploratoria ya que recaba información de normativas y procedimientos para la materia prima y producto final, las variables y parámetros de proceso se identifican con ensayos de laboratorio y procesos semi industriales, además del uso de la simulación computacional para la propuesta técnica y económica del diseño, basándose en los fundamentos y principios de cálculos básicos, transferencia de calor y operaciones unitarias (Ander, Egg. 1998, citado en Tapia, 2020).

Se aplicó el Diseño de Bloques Completamente Aleatorio (DBCA), se evaluaron temperaturas de proceso y concentración con un modelo factorial 1^3 , aplicando el análisis estadístico de varianza prueba inter-sujeto y la prueba de TUKEY.

Figura 1. Tratamiento y diseño experimental



Fuente: Elaboración autores, (citado en Tapia, 2020).

Tabla 1. Variables del proceso de atomización

Variables	Niveles
Concentración	C1;5 C2;7 C3;9 (% P/P)
Temperatura de proceso	T1; 120, T2; 140, T3; 160 ° C

Fuente: Elaboración autores, (citado en Tapia, 2020).

Descripción del proceso a nivel laboratorio.

Caracterización y selección de materia prima.

Se caracterizó dos variedades de naranja mediante una inspección visual directa y a través de análisis de sus parámetros fisicoquímicos fue seleccionada la naranja de variedad valencia, presentan mejores características organolépticas como: de sabor aceptable, color muy bueno, textura buena y solo presentan defectos tolerables, encontrándose libre de golpes y magulladuras en exceso, así mismo sus parámetros físicos químicos presentan un buen nivel de producción referente al diámetro, peso neto y ácido ascórbico (Tapia, 2020).

Preparación de la materia prima.

Se realizó una limpieza profunda con agua potable para remover cualquier materia extraña o contaminante que se encuentre en contacto con la fruta, posteriormente se realizó el cortado, extracción y tamización del jugo: cortando la naranja en forma ecuatorial se colocó en una mesa desinfectada cada una de las frutas, seguidamente se realizó la extracción del jugo en un extractor manual tomando en cuenta las medias higiénicas para prevenir su contaminación, simultáneamente se realizó la tamización colocando un colador sobre el recipiente recolector del jugo (Tapia, 2020).

Según Wiseman, A. (1985 citado en Tapia., E, 2020), aplico una clarificación enzimática para regular las propiedades fisicoquímicas de la concentración del jugo de naranja (viscosidad, °Brix, pH) mismos que interfieren en la obtención del producto final, pues la viscosidad de las mezclas al secar por atomización afecta el tamaño de las microcápsulas y el grosor de sus paredes (Risch, 1998).

Los sólidos solubles en cantidades grandes afectan el proceso de atomización, a valores superiores a 18 grados °Brix, el alimento no fluye, su manipulación y bombeo se hace difícil; afectando notablemente el proceso de secado ya que el alimento se deposita en la boquilla y la elevada temperatura del aire terminan por quemarlo (Yanza, G., 2000, citado en Tapia 2020).

Tabla 2. Propiedades físicas del jugo de naranja con tratamiento

Parámetro	Media	Desviación estándar	Varianza
Viscosidad (mPa.s)	2.342	0.12	0.004
Grados Brix (°Brix)	11.675	0.08	0.005
pH	4.445	0.05	0.004

Fuente: Elaboración autores, (citado en Tapia, 2020).

Atomización, prueba piloto.

En la prueba piloto se alimentó concentraciones de p/p 5%, 7%, y 9%. El equipo utilizado fue un secador por atomización neumático con una boquilla de 0,002 m, una cámara de secado de 0,58 m de altura, diámetro interno de 0,21 m.

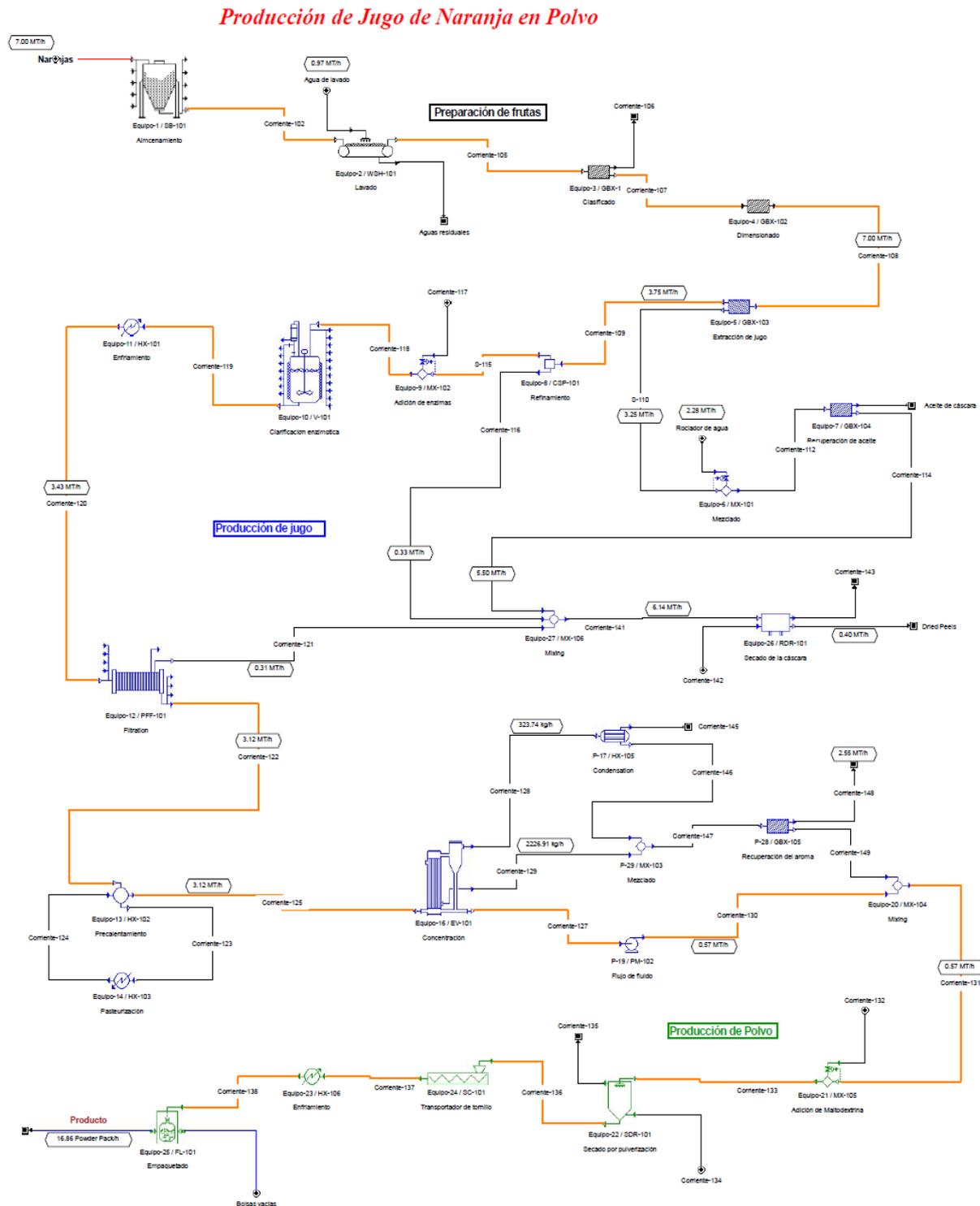
Se utilizó aire comprimido a una presión de 30 psi, a 40% de la capacidad de la bomba con un flujo de alimentación 0,25 g/s. La alimentación se dosifica en el secador por medio de una bomba de diafragma con una velocidad de 0,0113 m/s, y una potencia de 0,02 HP. Se utilizó un sistema de recuperación de ciclón separador de aire / polvo. En la prueba piloto de trabajó con temperaturas de proceso de 120 °C, 140 °C y 160 °C (Tapia, 2020).

Descripción de la simulación.

La simulación de la planta de producción de polvo de naranja se realizó considerando una capacidad de procesamiento de 25 TM por lote, definiendo los compuestos y las sustancias involucradas en el proceso. Se aplicó las variables y parámetros identificados en los ensayos a nivel laboratorio que permitió la producción del polvo de naranja.

El diseño del proceso de simulación se realizó en función a 5 Toneladas que corresponde al 25 % de la producción no utilizada en la comercialización de naranja del cantón Caluma, teniendo en cuenta que la producción total es de 22.482 TM (Tapia, 2020).

Figura 2. Diagrama de flujo propuesto para producción de polvo de naranja



Fuente: Elaboración propia.

Según Tapia, (2020), realizó el proceso de simulación ingresando al sistema todos los componentes necesarios sustancias y compuesto que ingresan y salen del proceso, que interactúan de manera simultánea durante la producción del polvo de naranja, los parámetros del diseño de los equipos definen las condiciones de funcionamiento.

Tabla 3. Propiedades básicas físicas de componentes (Datos del Simulador)

Componente	MW (g/gmol)	Tb (°C)	Tfreez (°C)	DHform (J/gmol)
Aroma	46,07	78,25	- 114,10	- 276.980,00
Bentonita	519,75	100,00	0,00	- 285.830,00
Enzimas	18,02	100,00	0,00	- 285.830,00
Ácido clorhídrico	36,46	- 84,95	- 114,18	- 92.310,00
Maltodextrina	3.600,00	100,00	0,00	- 285.830,00
Metanol	32,00	64,75	- 97,68	- 239.100,00
Nitrógeno	28,02	- 195,76	- 210,00	0,00
Oxígeno	32,00	- 182,84	- 218,79	0,00
Film de empaque	18,02	100,00	0,00	- 285.830,00
Ácido Pécico	179,00	100,00	0,00	- 285.830,00
Pectina	100.000,00	100,05	- 273,15	0,00
Corteza	2.100,00	100,05	- 273,15	0,00
Aceite de corteza	136,23	100,05	- 273,15	0,00
Agua de corteza	18,02	100,00	0,00	- 285.830,00
Agua de Proceso	18,02	100,00	0,00	- 285.830,00
Pulpa	147,60	100,05	- 273,15	0,00
Agua de Pulpa	18,02	100,00	0,00	- 285.830,00
Sólidos solubles	342,30	477,85	186,00	- 2.226.100,00
Agua	18,00	100,00	0,00	- 285.830,00

Fuente: Grupo de investigación.

Según Tapia, (2020), ha definido tres secciones: preparación de la fruta, la producción de jugo y la producción de polvo, los mismos que, cuentan con operaciones unitarias propias de cada sección. Esta división en secciones permite realizar un seguimiento pormenorizado del diseño, simulación del proceso y evaluación de la prefactibilidad técnico-económica.

Al analizar las secciones del proceso, la sección de preparación de la fruta es la más simple, puesto que, en esta se encuentran las operaciones de almacenamiento, lavado, selección y dimensionamiento del fruto, las mismas que son operaciones mecánicas. Dentro de la sección de preparación del jugo, una de las operaciones más críticas es la clarificación enzimática del jugo, debido a que en la misma se la realiza en un biorreactor y la eficiencia de esta operación es muy sensible a las variables que intervienen en la misma, la cual es la temperatura, la que debe ser constante a 54 °C. La otra operación crítica en la sección de preparación de jugo se encuentra en la concentración del jugo de naranja debido a que interviene la evaporación en equipos de múltiple efecto, teniendo como resultado de la simulación un total de 4 efectos. En esta sección también se presenta la recuperación del aceite y aroma, así como, secado de la cáscara de la naranja, como desecho de este proceso. En la sección de producción del polvo del jugo de naranja, se encuentra el secado por spray, operación crítica, debido a que, la temperatura define la calidad del producto final, estandarizando la temperatura final de los sólidos en 55 °C (Tapia, 2020).

El tipo de proceso es continuo, esto debido a que, se debe aprovechar el intercambio energético del proceso de evaporación, puesto que, constituiría una elevación de costos injustificable al realizar este proceso de producción en forma batch o semi continúa. Por otro lado, como unidad de producción se ha definido la funda de polvo de jugo de naranja con un peso total de 25.4 Kg, esto definido, en función a la forma de comercialización internacional de este producto. Las propiedades fisicoquímicas y termodinámicas de cada uno de los componentes que intervienen en la simulación fueron definidas mediante revisión de diferentes fuentes bibliográficas (Tapia, 2020).

Características de las corrientes que intervienen en la simulación.

Las corrientes de entrada y salida que intervienen en cada uno de los procesos tienen sus características y condiciones de operación propias en función a los cambios físico y/o químicos que ocurren en cada uno de los equipos de cada proceso, tomando en consideración que, para la simulación de los procesos de clasificado, dimensionado y extracción de jugo, se utiliza una caja general que permite dividir las corrientes en función de un porcentaje de desecho o de división, donde el resultado será una o varias corrientes de salida con sus propias condiciones y características (Tapia, 2020).

Balance de masa de componentes.

La entrada y salida de componentes está perfectamente balanceada, manifestando que, en caso de los valores negativos, representan la cantidad de sustancia o compuesto que se ha generado en el proceso (Tapia, 2020).

Tabla 4. Componentes de entrada y salida del sistema

Componente	Entrada	Salida	Entrada-Salida
Aroma	3,484	3,484	0
Bentonita	4,266	4,266	0
Enzimas	12,798	12,798	0
Ácido clorhídrico	121	121	0
Maltodextrina	41,314	41,314	0
Metanol	0	2,166	- 2,166
Nitrógeno	33.510,629	33.510,629	0
Oxígeno	10.172,923	10.172,923	0
Film de empaque	7,550	7,550	0
Ácido Pécico	0	12,116	- 12,116
Pectina	13,063	0	13,063
Corteza	371,525	371,525	0
Aceite de corteza	41,281	41,281	0
Agua de corteza	3.715,248	3.715,248	- 0
Agua de Proceso	4.039,900	4.039,900	0
Pulpa	42,674	42,674	0
Agua de Pulpa	384,066	384,066	0
Sólidos solubles	470,285	470,285	0

Agua	3.670,221	3.669,002	1,218
TOTAL	56.501,345	56.501,345	0

Fuente: Grupo de investigación.

Balance de energía de procesos.

A continuación, se presenta el balance energético de los procesos que intervienen en el proceso de fabricación del jugo de naranja en polvo.

Tabla 5. Balance energético de procesos

Proceso	Energía (kW-h/h)	Uso (%)
Preparación de fruta	2,12	2,3
Lavado	0,72	0,8
Clasificado	0,70	0,8
Dimensionado	0,70	0,8
Producción de jugo	81,52	87,5
Clarificación enzimática	6,39	6,9
Filtración	0,84	6,9
Concentración	59,43	63,8
Secado de cáscara	9,38	10,1
Extracción de jugo	1,07	1,1
Separación de aceite	0,55	0,6
Refinamiento	3,59	3,9
Flujo de fluido	0,02	0,0
Recuperación de bomba	0,26	0,3
Producción de polvo	9,55	10,2
Secado por pulverización	9,13	9,8
Transportador de tornillo	0,14	0,2
Empaquetado	0,28	0,3
TOTAL	93,18	100

Fuente: Grupo de investigación.

La sección que más necesidad energética requiere es la de Producción de jugo, siendo el subproceso de Concentración el que más consume energía, esto debido a que, en el mismo se utiliza evaporadores de multiefecto. Mientras que, la sección de Preparación de fruta es la de menos consumo energético. En la sección de la Producción de polvo el subproceso de Secado por pulverización es el que mayor consumo energético tiene respectivamente (Tapia, 2020).

Costo de equipos.

Los costos de los equipos se encuentran en precios FOB (Free On Board), en función a las especificaciones propias de cada uno, relacionado con la capacidad o tamaño y el material de construcción. Recalcando que el material y el diseño de este, cumple con las normativas técnicas ASME (American Society of Mechanical Engineers), lo cual repercute directamente

sobre el costo del equipo, observando una elevación sustancial de los mismos (Tapia, 2020).

Tabla 6. Costos de los equipos (FOB) en función de sus especificaciones

Tipo	Tamaño (Capacidad)		Costo de Compra (\$/Unit)
Secador de Spray	1.211,42	L	40,000
Secador de Spray	2,71	m2	5,000
Evaporador	10,78	m2	100,000
Compartimento de sólidos	806,39	m3	31,000
Reactor Agitado	4.764,83	L	19,000
Divisor de Componente	2.428,90	kg/h	14,000
Condensador	8,46	m2	30,000
Lavadora (Flujo a Granel)	4.535,92	kg/h	14,000
Caja Genérica	907,19	kg/h	24,000
Intercambiador de Calor	1,98	m2	5,000
Intercambiador de Calor	18,75	m2	8,000
Intercambiador de Calor	0,22	m2	4,000
Caja Genérica	4.535,92	kg/h	10,000
Mezclador	371,19	kg/h	5,000
Relleno	0,18	entidad/min	19,000
Tornillo Conveyor	15,00	m	2,000
Mezclador	3.581,95	kg/h	5,000
Caja Genérica	3.581,95	kg/h	10,000
Mezclador	2.221,92	kg/h	5,000
Mezclador	394,20	kg/h	5,000
Caja Genérica	4.535,92	kg/h	16,000
Secador Rotativo	70,25	m2	50,000
Mezclador	3.976,33	kg/h	5,000
Mezclador	1.652,80	kg/h	5,000
Caja Genérica	1.652,80	kg/h	19,000
Centrifuga Pump	0,01	kW	4,000
Intercambiador de Calor	0,08	m2	7,000

Fuente: Grupo de investigación.

Resultados.

Se caracterizó dos variedades de naranja analizando sus propiedades fisicoquímicas, seleccionando la variedad valencia con un 79.78% y descartando la Variedad Washington con el 61.5%, se clarifico y encapsulo el fluido para su atomización.

Tabla 7. Prueba de Tukey en relación de temperaturas

Rendimiento			
Temperatura	N	HSD Tukey ^{a,b}	
		Subconjunto	
		1	2
Temperatura 120°C	3	50,3667	
Temperatura 160°C	3		64,2000
Temperatura 140°C	3		76,7667
Sig.		1,000	,134

Fuente: Grupo de investigación.

Tabla 8. Prueba de Tukey en relación de concentración

Rendimiento			
Concentración	N	HSD Tukey ^{a,b}	
		Subconjunto	
		1	2
Concentración 5%	3	50,300	
Concentración 9%	3	63,933	
Concentración 7%	3		76,420
Sig.		,445	1,000

Fuente: Grupo de investigación.

La aplicación de la prueba de comparaciones múltiples de TUKEY con un nivel de confianza del 95 %, demostraron el mejor resultado con temperatura y concentración de 140°C y 50% en relación p/p. con un rendimiento del producto final de 76,76 % y una humedad de 0.763 %.

La validación del polvo de naranja que se obtuvo mediante atomización se realizó en base al rango permisible NTE INEN 2471, mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas, y un producto existente y comercializado en el mercado. El resultado fue aprobado ya que los parámetros están dentro de la norma especificada. Brix; 9.6, pH; 3.61. Para coliformes Totales, coliformes fecales, E. coli presenta un valor de 0 UFC/g, mientras tanto que para Mohos y Levaduras el resultado es ≤ 10 UPC/ g. razón por la cual el producto cumple con las expectativas deseadas y es apto para su almacenamiento y consumo.

Evaluación Económica Total.

El análisis de flujo de caja ha sido desarrollado mediante la información internacional de comercialización del jugo de naranja en polvo. Además, se ha mantenido constante los ingresos de ventas y costos de operación para todos los años de recuperación de capital, solo teniendo una pequeña variación en el primer año, debido a que en este se da el mayor desembolso de capital de inversión.

La unidad de producción utilizada es el dólar americano (\$/USD), la misma que, contiene un peso neto de producto final de 25.4 Kg de jugo de naranja en polvo, esta cantidad de producto por USD se encuentra en función de la forma de comercialización internacional de este producto.

Tabla 9. Evaluación económica total

Inversión Total de Capital	2.878,000	(USD)
Costo de Operación	4.815,000	(USD/año)
Net Costo de Operación	4.814,762	(USD/año)
Ingresos Principales	4.194,000	(USD/año)
Otros Ingresos	907,446	(USD/año)
Ingresos Totales	5.102,000	(USD/año)
Costo Tasa Anual	20,971	(fundas/año)
Costo Unitario de Producción Neto	229,59	(USD)
Ingreso de Producción Unitaria	243,27	(USD)
Margen Bruto	5,62	(%)
Retorno de la Inversión	15,28	(%)
Tiempo de Retribución	6,55	(años)
TIR (Después de Impuestos)	10,70	(%)
VAN (al 7.0% de Intereses)	744,000	(\$USD)

Fuente: Grupo de investigación.

Del análisis de los datos, mediante la experimentación y simulación del proceso de producción de jugo de naranja en polvo. Desde el punto de vista técnico, el proyecto es totalmente viable, debido a que los subprocesos son factibles de ser implementados y el producto final cumple con los requisitos necesarios para su comercialización y consumo.

El proceso de producción también es económicamente factible, sin embargo, el sistema en 15 años genera un VAN de 744.000USD y un TIR de 10% que a pesar de ser positivos podrían no ser atractivos para los inversores, considerando que se requerirá una inversión total del capital (\$ 2.878.000\$USD) y el costo de operación (4.814.762\$USD).

Los costos de capital fijo por cada sección del proceso de producción del jugo de naranja en polvo, es la que más capital necesita con un total de 49.45 % respecto al 43.29 % de la sección de preparación de fruta y el 7.27 % de la producción del polvo. Mientras que, en cada sección su capital fijo tiene un costo mayor en lo que corresponde a materia prima comparado a los demás costos, con un 50.17 % en la sección de preparación de frutas, 43.51 % de la sección de la producción de frutas y 49.14 % de la sección de producción de polvo.

Conclusiones:

- La investigación se basó en un estudio a escala piloto aplicando la simulación de un proceso tecnológico, con el uso de un simulador de código abierto, en la producción del jugo de naranja en polvo, mediante atomización. Como punto de inicio del estudio, se identificó que la variedad de naranja *Valencia*, es la óptima para el diseño del proceso, por sus excelentes características fisicoquímicas y organolépticas de acuerdo con las normativas INEN 2844 norma para la naranja Y El CODEX STAN 245-2004, MOD.
- Para el proceso de atomización se determinó que se debe aplicar un proceso de clarificación enzimática para regular su viscosidad y °Brix, considerando que el extracto presenta una elevada pegajosidad a causa de los contenidos de los sólidos solubles, mismos que sin tratamiento enzimático hacen más difícil el proceso de atomización, como agente encapsulante se utilizó la maltodextrina en relación del 50% de p/p, para conservar sus propiedades fisicoquímicas.
- Al aplicar el Diseño de Bloques Completamente Aleatorio (DBCA), se evaluaron temperaturas de proceso y concentración tomando como variable de respuesta el rendimiento, humedad, °Brix, pH, coliformes Totales, coliformes fecales, Ecoli, Mohos y Levaduras. Mediante análisis estadístico y comparaciones según Tukey se determinó, temperatura óptima de proceso de 140 °C con una concentración del 7 % p/p, con lo cual se obtiene un rendimiento del 76,76 % y una humedad de 0.763 %.
- Los resultados del jugo de naranja en polvo como producto final están dentro del rango permisible de la norma NTE INEN 2471: 2010 mezclas en polvo para preparar refrescos o bebidas instantáneas.
- En función al 25 % de la producción no utilizada en la comercialización de naranja del cantón Caluma y teniendo en cuenta que la producción total es de 22.482 TM, se realizó un diseño del proceso para 5 Toneladas anuales, como unidad de producción se ha definido la funda de polvo de jugo de naranja con un peso total de 25.4 Kg, esto definido, en función a la forma de comercialización internacional de este producto.
- Para el diseño y simulación del proceso, se ha definido tres secciones: *preparación de la fruta, la producción de jugo y la producción de polvo*, los mismos que, cuentan con operaciones unitarias propias de cada sección. Esta división en secciones permite realizar un seguimiento pormenorizado del diseño, simulación del proceso y evaluación de prefactibilidad técnico-económica.

Referencias Bibliográficas.

- Ander, Egg. (1998). "Introducción a las Técnicas de Investigación Social". Buenos Aires: Primera Edición, Editorial Humanistas.
- Ayala., O, Solano Sosa, & et al. (2011). Secado por atomización zumo de naranja (*citrus sinensis*): influencia en las variables de proceso en la pérdida de vitamina c.
- Designer, E. (2019). Manual de SuperPro Designer.

- El Telégrafo . (2019). La sobreproducción de naranja provoca que el precio de la fruta en finca se desplome.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2010). “Modelo espacial del mercado mundial de cítricos elaborado en la Universidad de Florida”.
- FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2013). Producción mundial de la naranja.
- Geankoplis, J. (1998). “Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias”. Tercera Edición.
- Moreiras, O. Á. (2009 citado en Tapia, A 2020). “La alimentación española” Características nutricionales de los principales alimentos de nuestra dieta. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- (MAGAP), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2013). “Informe Anual de la producción de la naranja a nivel provincial y cantonal.
- Ochoa., E. (2019). Evaluación de los parámetros de secado por atomización en el contenido de vitamina C de microencapsulado de copoazú (*Theobroma Grandiflorum*). Peru.
- Reineccius, G. (1989). Flavor encapsulation. *Food Reviews International*, 5(2), 147–176.
- Risch, S. y. (1998). “Spray-dried orange oil: Effect of emulsion size on flavor retention and shelf stability”. ACS Symp.
- Tapia, A. (2020). Elaboración De Un Proceso Tecnológico Para La Producción De Jugo De Naranja En Polvo. Latacunga.
- Wiseman, A. (1985). Manual de biotecnología del enzima. Zaragoza : Acribia.
- Yanza G. (2000). “Diseño de un secador por atomización a nivel piloto para jugo concentrado de tomate de arbol” . Colombia, Manizales.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Tapia Borja, A. I., Parada Rivera, M. M., Puente Guijarro, C. A., Manobanda Pinto, P. M., & Guanoluisa Ataballo, G. I. (2020). Elaboración de un proceso tecnológico para la producción de jugo de naranja en polvo. *Ciencia Digital*, 4(3), 195-209. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1323>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Evaluación de la eficiencia del crecimiento del micelio de *Ganoderma lucidum* (Ganodermataceae), un hongo con alto potencial de uso textil en Ecuador, en tres sustratos orgánicos



*Evaluation of growth efficiency of the mycelium of *Ganoderma lucidum* (Ganodermataceae), a fungus with high potential for textile use in Ecuador, in three organic substrates*

Arturo Ávila López.¹ & Patricio Yáñez Moretta.²

Recibido: 18-04-2020 / Revisado: 20-05-2020 / Aceptado: 23-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1324>

The growth rate of the basidiomycete *Ganoderma lucidum* (reishi mushroom), in three agroindustrial substrates: eucalyptus sawdust (*Eucalyptus globulus*), cane bagasse (*Saccharum officinale*) and ground bark of cocoa fruits (*Theobroma cacao*) was approached and analyzed in a comparative manner, in a controlled darkroom environment located in Yaruquí (rural parish of Quito Metropolitan District). Mycelial and exudate growth was periodically evaluated over two consecutive months during July and August 2019. The best growth at the end of this period was observed in the cane bagasse substrate ($F = 52.7$; $df = 2 / 54$; $p = 0.00$), this is possibly due to the fact that such substrate has adequate levels of cellulose and lignin, as well as sufficient porosity and moisture retention, factors that ended up favoring mycelium growth. We recommend further investigations about growth characteristics of this useful fungus.

Keywords: Basidiomycetes, *Ganoderma lucidum*, Ecuador, agroindustrial waste, mycelial growth, exudate.

Resumen.

Se abordó y analizó de manera comparativa la velocidad de crecimiento del basidiomiceto *Ganoderma lucidum* (hongo reishi) en tres sustratos de tipo agroindustrial: aserrín de eucalipto (*Eucalyptus globulus*), bagazo de caña (*Saccharum officinale*) y cacao molido (*Theobroma*

¹ Universidad Internacional del Ecuador, Escuela de Biología Aplicada, Quito, Ecuador. ayanez@uide.edu.ec

² Universidad Internacional del Ecuador, Escuelas de Gestión Ambiental y de Turismo, Quito, Ecuador. apyanez@hotmail.com

cacao), en un ambiente controlado de cuarto oscuro ubicado en Yaruquí (parroquia rural del Distrito Metropolitano de Quito). El crecimiento miceliar y del exudado fue evaluado periódicamente a lo largo de julio y agosto de 2019. El mejor crecimiento al finalizar este lapso fue observado en el sustrato de bagazo de caña ($F= 52,7$; $gl= 2/54$; $p=0,00$), esto posiblemente se debe a que tal sustrato tiene adecuados niveles de celulosa y lignina, así como niveles de porosidad y retención de humedad suficientes, factores que terminaron favoreciendo el crecimiento del micelio. Se recomienda continuar evaluando las características de crecimiento de este hongo útil.

Palabras Clave: Basidiomicetes, *Ganoderma lucidum*, Ecuador, residuo agroindustrial, crecimiento miceliar, exudado.

Introducción.

Los hongos son organismos que se encuentran en todos los biomas y sobre los más variados sustratos (Yáñez, 2014). Se estima que se conoce relativamente bien taxonómica y ecológicamente un 5% del total de los hongos del Planeta, los cuales se encuentran relacionados con el ser humano debido a la desintegración de materia orgánica que realizan, procesos industriales de fermentación en los que intervienen, su utilización como alimentos y medicamentos, así como por ser componentes de sistemas agroforestales (Vázquez *et al.*, 2015).

Ganoderma lucidum es un hongo basidiomiceto de la familia Ganodermataceae, conocido en japonés como “reishi”. Se encuentra distribuido en zonas de clima templado de todo el mundo. Este hongo es saprófito, su micelio vive naturalmente en la madera muerta de árboles latifoliados. Los carpóforos aparecen en la base de sus troncos, a lo largo de heridas o grietas en la corteza, también pueden desarrollarse en troncos muertos (Batra *et al.*, 2013). Es un hongo coriáceo, con un sombrero generalmente arrañonado, de color variable, generalmente marrón rojizo.

Figura 1. Cuerpo fructífero del Reizhi (*Ganoderma lucidum*)



Fuente: Notas Naturales, 2019.

En Japón, China y Corea se lo conoce como el “rey milagroso” por sus propiedades beneficiosas para la salud, ya que presenta más de 150 antioxidantes y nutrientes con

propiedades antitumorales, hepatoprotectoras, hipoglucemiantes, hipocolesterolemiantes inmunomoduladoras e inmunoterapéuticas (en sus diferentes polisacáridos, terpenos, proteínas, vitaminas y otros compuestos bioactivos aislados del micelio y cuerpos fructíferos), siendo en estos países más cotizado que cualquier otra especie de hongo, planta o hierba medicinal (Batra *et al.*, 2013). Debido a su uso como suplemento terapéutico, se han iniciado en estos países algunas experiencias de cultivo, trabajando con formas selectas del estado silvestre.

Debido a la demanda de este hongo, en varios países actualmente se estudian diferentes formas para facilitar y/o mejorar su tasa de crecimiento en ambientes controlados y semicontrolados; actualmente, la producción mundial de este hongo es de unas 6000 toneladas y las últimas estimaciones disponibles colocan el valor anual de los productos de *G. lucidum* en unos US\$ 2500 millones (Postemsky *et al.*, 2014).

Por otra parte, además de sus elementos medicinales y nutracéuticos, también se pueden extraer otros elementos útiles del micelio de este hongo: por ejemplo, fibras textiles biodegradables a partir del exudado miceliar (MycoWorks, 2017).

MycoWorks es una de las instituciones pioneras que logra en los últimos años generar un hilo microscópico, precursor de la fibra textil, a partir del micelio de este hongo, mismo que puede crecer en sustratos en los cuales se puede manipular la textura y la forma del micelio. El elemento textil que se puede producir a partir de tal micelio es sostenible, versátil, universal y permite la reducción del uso de partes de animales para la generación de elementos textiles. Es un material muy cotizado en la industria, sobre todo en la moda, por sus gustos y cualidades semejantes a la piel o cuero de bovinos.

Es un elemento que no requiere mucho tiempo para su creación, su producción está libre del uso de químicos y es amigable con el ambiente ya que es biodegradable con el tiempo, debido a su estructura de carbono simple. En condiciones óptimas en dos semanas después de inoculado puede alcanzar el tamaño de la piel del ganado. El material se puede cultivar en diferentes formas (redondas, cuadrangulares, otras), mismas que pueden posteriormente unirse (MycoWorks, 2017).

Utilización de *Ganoderma lucidum* en Latinoamérica.

En Ecuador no se han realizado investigaciones ni estudios sistemáticos referentes a la creación de textiles de origen alternativo a base de hongos como *Ganoderma lucidum*, ya que no se encuentran bien desarrolladas las tecnologías respectivas; su uso más bien se centra en el mercado de aprovechamiento de la seta de *G. lucidum* por sus propiedades medicinales.

Incluso en esto son muy pocos los productores interesados, debido a que en Ecuador no se lo conoce adecuadamente, ni se usa este hongo como en países asiáticos y europeos. Sin embargo, su potencial y real uso como elemento medicinal y como elemento textil amigable con el ambiente está ganando adeptos; por ejemplo, ya hay una pequeña fracción de productores de *Ganoderma lucidum* como la Productora de Hongos Intiwasi en la zona andina (Salazar, 2014).

Otros países latinoamericanos que reportan un uso creciente de *G. lucidum* son Argentina y Colombia.

En Argentina, son dinámicas las nuevas tendencias de los consumidores hacia productos naturales que, además de aspectos nutricionales, aporten beneficios a la salud. El grupo del Laboratorio de Biotecnología de Hongos Comestibles y Medicinales (LBHCyM) del CERZOS (CONICET - Universidad Nacional del Sur) ha desarrollado un protocolo para cultivar y optimizar el rendimiento de *G. lucidum*, con una tecnología de bajo costo y amigable con el ambiente, a partir del uso de sustratos como la corteza de girasol, residuo abundante de la industria aceitera local.

Gracias al aporte del Ministerio de Ciencia y Tecnología ha sido posible la implementación de una nave de cultivo de hongos a escala piloto, equipada con sala de producción de sustrato e inoculación, sala de corrida de micelio y sala de fructificación, con sistema de monitoreo y control ambiental automático (Bidegain *et al.*, 2014).

En Argentina no existe producción industrial, ni desarrollo de productos a base de Reishi, probablemente porque su valor en el mercado supera al de cualquier otro hongo cultivable: por tanto, se justifica la necesidad de generar un proceso de producción adaptado a contextos locales que permitan optimizar los rendimientos para generar una actividad rentable (Bidegain *et al.*, 2014).

Por otra parte, el consumo y cultivo de hongos en Colombia es bajo; sin embargo, se ha venido registrando un aumento en la última década. Entre otros temas que allí buscan estudiar se encuentra la determinación de la capacidad antiinflamatoria y antioxidante de los extractos etanólicos de *Ganoderma lucidum* cultivado en residuos de café, y sometido a radiaciones del espectro visible de longitudes de onda específicas durante la fructificación.

Dadas las propiedades curativas de *Ganoderma* se espera un aumento en el cultivo y consumo del mismo en los próximos años. Una de las entidades que trabaja en ello es CENICAFÉ utilizando sustratos procedentes de residuos de la industria cafetera como la pulpa, el tallo y la borra (residuo que queda después de la extracción de los solubles del grano) (Tabares & Toro, 2013).

Fibras textiles de origen animal y fibras textiles provenientes de *Ganoderma lucidum*.

Durante las últimas décadas se ha observado a nivel mundial un notable aumento de la producción de cuero para utilizarlo prácticamente en cualquier tipo de prenda de vestir y como material para forrar cualquier superficie, provocando un aumento de la matanza de vacunos. En Ecuador, en 2008 el faenamiento en los camales de donde provienen las carnes, los cueros y pieles afectó a 228 196 cabezas de ganado en los diferentes centros de faenamiento vacuno dentro del país (Hidalgo & Meléndez, 2012).

El cuero o piel es la estructura que recubre los cuerpos de algunos animales, es una sustancia heterogénea generalmente de pelo o lana y formada por varias capas superficiales (Paredes, 2012), la cual se obtiene con la muerte del animal, teniendo que el mejor cuero proviene de terneros ya que tiene la piel más suave y presenta menos deterioro por arañazos y parásitos. Y para el caso de vacunos adultos, se usa más la piel de una hembra que la de un macho ya que presenta una piel más suave y elástica (Adzet *et al.*, 1985).

El factor que limita la obtención del cuero es el sacrificio del ganado, el mismo que depende de la industria ganadera y la demanda de carne para consumo. En Ecuador, como en la mayoría de los países de Latinoamérica, no todas las pieles pueden ser aprovechadas de la misma manera, esto se debe al mal cuidado que se tiene en la crianza de estos animales y en su faenamiento (Hidalgo & Meléndez, 2012), ya que gran porcentaje de las reses se utiliza primordialmente para la comercialización de su carne.

Por este excesivo faenamiento, irrespeto con el ambiente en la mayoría de las empresas que obtienen cuero vacuno y por la problemática general del sector resulta necesario buscar otra materia prima para la obtención de un material similar al de este cuero.

En vista de esta situación algunas instituciones están volviendo sus ojos hacia la obtención de fibras textiles provenientes de elementos alternativos como los que genera el principal exudado del micelio de *Ganoderma lucidum*, mismo que tiene características similares a la textura del cuero vacuno tradicional y además constituye un material amigable con el ambiente en todas las etapas de su producción (Gudro & Ulme, 2011).

En este sentido, la producción propuesta de fibra textil a partir de este hongo no traería problemas ambientales ya que crece principalmente sobre troncos o elementos leñosos muertos, rara vez sobre individuos leñosos vivos cuando presentan algún tipo de herida o abertura de su corteza (Baldini & Pancel, 2002).

En zonas boscosas del Distrito Metropolitano de Quito y cantones y provincias cercanas no se ha reportado un desarrollo masivo silvestre de *Ganoderma* ya que estos ambientes parece que no presentan las condiciones ambientales óptimas para su desarrollo y generación de progenie natural.

Por otra parte, cabe mencionar que la economía que se produce con el uso del cuero vacuno tradicional es lineal. En ella no se implementan metodologías de reciclado de materiales utilizados en la elaboración del producto final (chompas o chaquetas, carteras, zapatos, forros para cualquier tipo de superficie). Se dice que no hay una buena utilización del recurso ya que las reses crecen y se extrae el cuero del animal muerto, en la mayoría de los casos todo el resto del animal se desecha ya que son individuos seleccionados mayoritariamente por su cuero y, por tanto, su carne rara vez llega a comercializarse.

Hay reportes que indican que para un crecimiento adecuado del hongo se necesita una temperatura de 30°C, en condiciones de absoluta oscuridad; en poco más de un mes se desarrollan las hifas y forman micelio (Salazar, 2014).

Otros investigadores reportan como sustratos adecuados para este hongo a la corteza de girasol (Bidegain *et al.*, 2014) y a residuos de café (como la pulpa, el tallo y la borra) (Tabares & Toro, 2013). En Ecuador, el aserrín de eucalipto como sustrato está siendo utilizado por la productora de hongos IntiWasi en Tumbaco (Salazar, 2014).

Objetivos e hipótesis de la investigación.

El objetivo general fue el de evaluar el crecimiento miceliar y avance del exudado de *Ganoderma lucidum* en tres sustratos orgánicos a temperatura constante, buscando determinar el que genere mejores condiciones para tal crecimiento.

Los objetivos específicos fueron:

- Comparar las tasas de crecimiento de *Ganoderma lucidum* en tres sustratos orgánicos: aserrín de eucalipto, bagazo de caña y corteza molida de fruto de cacao.
- Determinar la presencia de exudado del micelio de *G. lucidum* en los tres sustratos.
- Determinar el mejor sustrato para el crecimiento miceliar y la producción de exudado de *G. lucidum*.

La hipótesis de trabajo fue la de que al menos uno de los tres sustratos orgánicos utilizados garantiza un crecimiento significativamente mayor de *Ganoderma lucidum*, formulada atendiendo a lo recomendado para este tipo de comparaciones por Yáñez (2010).

Metodología.

La planificación de la investigación y su contextualización teórica fueron realizadas entre septiembre a diciembre de 2018. Los viveros de ensayo (incluidos el laboratorio y el cuarto oscuro) fueron ensamblados y equipados entre diciembre de 2018 a enero de 2019.

Los ensayos de crecimiento del hongo en los diferentes sustratos se efectuaron entre julio y agosto de 2019.

Área de estudio.

El vivero fue ubicado en las instalaciones de FONKIS (Mycocorp Mycorp AAA S.A.), productora de hongos ostra comestibles, ubicadas a 0°10'49"S y 78°19'35"W en la Parroquia rural de Yaruquí, Distrito Metropolitano de Quito, a una altitud de 2415 m s.n.m., en una zona de clima templado-cálido con una temperatura media anual de 15,5°C, con precipitaciones anuales de 852 mm y con la menor precipitación y humedad ambiental registradas entre julio a agosto (GAD Parroquial de Yaruquí, 2018).

En este vivero se desarrollaron todas las fases de germinación y crecimiento, incluidas las de inoculación de fragmentos de micelio, crecimiento de hifas y producción del exudado (Figuras 2 y 3).

Figura 2. Inoculación de sustratos con fragmentos miceliar de *G. lucidum*.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Colocación de sustratos en cuarto oscuro a una temperatura de 30°C.



Fuente: Elaboración propia.

Fases de pre-inoculación e inoculación.

Durante la pre-inoculación se obtuvo toda la materia prima; para el caso del aserrín de eucalipto se adquirió en aserraderos del sector de Pifo, mientras que la corteza de cacao molido y el bagazo de caña fueron adquiridos en Nanegalito. Posteriormente, el bagazo de caña se redujo a trozos con ayuda de una picadora eléctrica.

En Yaruquí, los tres sustratos fueron secados completamente al sol sobre láminas estériles de plástico, buscando no solo secar el material si no también reducir agentes contaminantes como hongos y bacterias. El material ya seco ingresó al proceso de producción.

Para comenzar la producción, se procedió a enriquecer cada sustrato lignocelulósico con: suplementos nutricionales procedente de granos (afrecho de trigo), un regulador de pH (carbonato de calcio, CaCO_3) y un controlador de tamaño de partícula del sustrato (yeso, SO_4Ca más agua, H_2O) (de acuerdo con lo recomendado por Bidegain, 2017).

Las cantidades colocadas de estos elementos (Figura 4) en cada bolsita experimental atendieron a lo propuesto por Flores & Salazar (2016): 100 gr de afrecho de trigo, 63 gr de yeso, 27 gr de carbonato de calcio, 1,25 ml de melaza y 600 ml de agua.

Figura 4. Elementos añadidos a cada sustrato: afrecho de trigo, yeso, carbonato de calcio y melaza.



Fuente: Elaboración propia.

Para obtener una mezcla homogeneizada de cada sustrato se utilizó una mezcladora eléctrica durante 30 minutos; a esta mezcla se le midió el pH con papel tornasol en un recipiente que contuvo dos partes de agua destilada y una del sustrato respectivo; el pH registrado por sustrato fue: aserrín de eucalipto (**Euc**) pH 6, bagazo de caña (**Sac**) pH 6 y corteza de frutos de cacao (**The**) pH 4.

La mezcla homogeneizada por sustrato fue colocada en bolsas plásticas de polipropileno de 18 cm x 38 cm hasta alcanzar 900 gr por bolsa (Figura 5).

Para cada sustrato se prepararon 20 bolsas (total = 60 bolsas), las cuales se cerraron con ligas para proceder a pasteurizarlas en baño maría dentro de recipientes adecuados para mantener el

vapor constante por 16 horas, el interior de estos recipientes alcanzó temperaturas de 90°C (ollas grandes de acero inoxidable colocadas sobre cocinas industriales a gas).

Figura 5. Mezclas homogeneizadas a partir de sustratos de aserrín de eucalipto, bagazo de caña y corteza molida del fruto de cacao: 1 bolsa = 900 gr



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Veinte bolsas de cada sustrato sometido a pasteurización a una temperatura de 90°C



Fuente: Elaboración propia.

Ya pasteurizadas, las bolsas fueron depositadas en el cuarto estéril, cuyos pisos y mesones fueron previamente limpiados con agua y detergente (a una proporción de 1 litro + 50 gr, respectivamente); materiales como pala metálica y recipiente para semilla fueron limpiados con una mezcla similar (0,5 l de agua + 20 gr). Unos minutos después del uso de agua y detergente, mesones y materiales de inoculación fueron sometidos a alcohol incandescente de manera controlada.

Después de pasteurizadas, las bolsas fueron colocadas sobre el mesón del cuarto estéril, se les quitó la liga y se procedió a inocular en cada una de ellas 33 gr de fragmento miceliar de *Ganoderma lucidum* (adquirido en IntiWasi, Tumbaco), poco después fueron pasadas al cuarto oscuro a una temperatura y otras condiciones constantes (30°C, oscuridad, limpieza, entre otras) (Figura 7).

Figura 7. Disposición de bolsas con diferentes sustratos en cuarto oscuro los cuales se midieron 8 veces cada 5 días.



Fuente: Elaboración propia.

La temperatura en tal ambiente fue continua y controlada por *timers*, dispositivos electrónicos con sensores de mercurio que tienen la facultad de ordenar al calefactor apagarse si sobrepasa una temperatura determinada o encenderse si ella es menor a lo requerido.

En cada unidad de sustrato (bolsa) se le dejó una abertura de 1 cm de diámetro en su parte superior para permitir la entrada de oxígeno, mismo que coadyuva al desarrollo de las hifas y posterior conformación del micelio, mismo que cuando maduro produce el exudado que brinda la rigidez y la estructura necesaria para conseguir el “cuero” del hongo; el seguimiento y registro de información del crecimiento se realizó entre abril a mayo de 2019.

Todo el procedimiento descrito buscó simular un microclima óptimo para un adecuado desarrollo del micelio del hongo y a la vez evitar plagas, agentes contaminantes y cambios ambientales excesivos no deseados debidos a variaciones por frío o por calor.

Figura 8. Cuarto oscuro



Fuente: Elaboración propia.

Fase de Registro de Información.

Después de haber efectuado la inoculación respectiva, se empezó el registro del crecimiento del micelio de manera regular a lo largo de ocho semanas en todas las bolsas correspondientes a los tres sustratos: aserrín de eucalipto (**Euc**), bagazo de caña (**Sac**) y corteza de frutos de cacao (**The**).

Para la medición del crecimiento miceliar se usó una regla curva y se midió la longitud alcanzada por el micelio de manera periódica en las cuatro caras de la bolsa, obteniendo cada vez el promedio respectivo. Esta medición se realizó cada 5 días hasta completar 8 mediciones. Al final de los dos meses se registró el volumen total que ocupó el micelio dentro de cada bolsa.

Finalmente, ya maduro el micelio produce el exudado debido a su metabolismo natural, con esto se registró el primer día de apareamiento y posteriormente se siguió registrando la presencia y ausencia del exudado en los diferentes sustratos orgánicos.

Organización y Análisis de la Información.

La información sobre el crecimiento del micelio fue registrada en hojas electrónicas. Comparaciones semanales de las longitudes miceliarias alcanzadas en los tres sustratos, como una medida indirecta del éxito de crecimiento, fueron efectuadas a través de una serie de Análisis de Varianza de Una Vía, atendiendo a lo recomendado por Yáñez (2005, 2010).

En el presente trabajo se utilizó el método *a posteriori* de Tukey después del ANOVA para determinar las diferencias significativas entre tratamientos (tres sustratos).

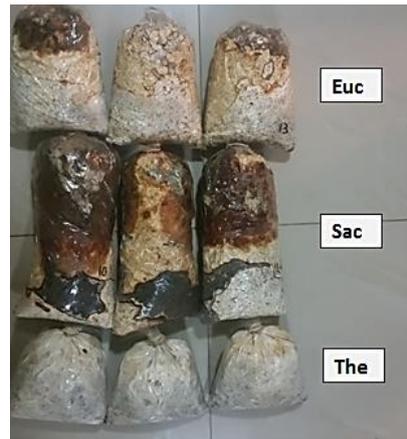
Resultados y discusión.

Resultados.

Avance del exudado miceliar.

En la Figura 9 se puede apreciar algunas bolsas experimentales al final de las ocho semanas, obsérvese la coloración café - clara y café - oscura en los sustratos de eucalipto (**Euc**) y caña de azúcar (**Sac**), mismas que denotan la aparición y avance en el sustrato por parte del exudado miceliar de *Ganoderma lucidum*; asimismo, puede apreciarse la ausencia de producción del exudado en el sustrato procedente de cacao (**The**).

Figura 9. Bolsas experimentales correspondientes a los tres sustratos al final de las ocho semanas de observación.

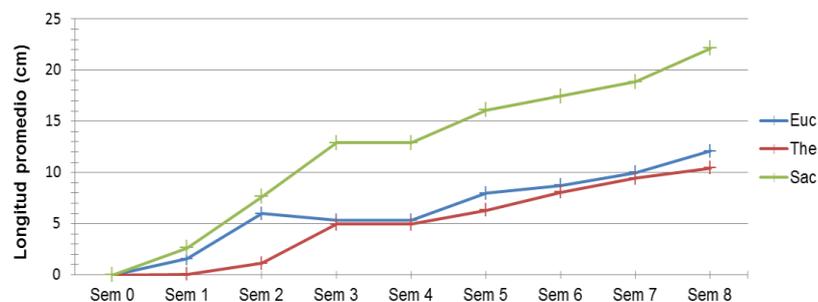


Fuente: Elaboración propia.

Crecimiento miceliar.

En la Figura 10 se puede apreciar la evolución del crecimiento miceliar en los tres sustratos a lo largo de las ocho semanas. El sustrato en el que la dinámica de crecimiento fue siempre mayor y más rápida fue el de bagazo de caña (**Sac**); el sustrato con menor dinámica fue la corteza molida de cacao (**The**).

Figura 10. Evolución de crecimiento del micelio de *Ganoderma lucidum* en los tres sustratos a lo largo de los 40 días. Notas: 1. Sustratos: **Euc** (aserrín de eucalipto), **Sac** (bagazo de caña), **The** (corteza molida de fruto de cacao). 2. Sem = semana.



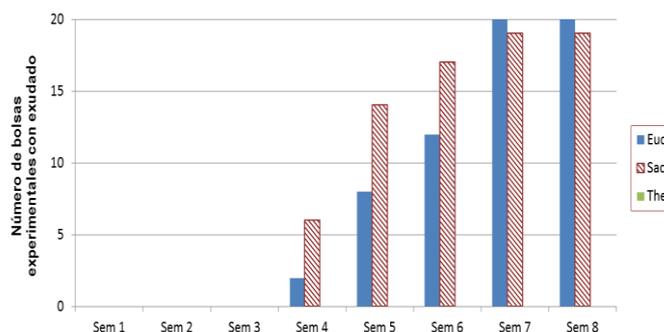
Fuente: Elaboración propia.

Presencia del exudado miceliar.

El exudado miceliar es un conjunto de sustancias liberadas al espacio extracelular del tejido del micelio del hongo, mediante vesículas de la membrana plasmática situadas en tal micelio (Conesa *et al.*, 2001), estas sustancias extracelulares se producen por el metabolismo propio del hongo (López, 2019) y en el caso de *Ganoderma lucidum* tal exudado tiene importantes propiedades textiles.

Al inicio, el exudado miceliar se presentó con mayor frecuencia en **Sac** y algo menor en **Euc**. Al final del ensayo las frecuencias de colonización fueron similares en **Sac** y **Euc**. Cabe mencionar que el exudado nunca llegó a desarrollarse en el sustrato **The**.

Figura 11. Frecuencia de aparición del exudado miceliar de *Ganoderma lucidum* a lo largo de los 40 días en los tres sustratos. Notas: 1. Sustratos: **Euc** (aserrín de eucalipto), **Sac** (bagazo de caña), **The** (corteza molida de fruto de cacao). 2. Sem = semana. 3. N máximo = 20 bolsas por sustrato.



Fuente: Elaboración propia.

Comparación del crecimiento miceliar.

Los resultados de la serie de cuatro pruebas de Análisis de Varianza efectuados con los datos de crecimiento miceliar (Figura 10), así como la interpretación de la Prueba *a posteriori* de Tukey, se presentan en la Tabla 1.

A los diez días de la inoculación de *Ganoderma lucidum* en los tres sustratos (**Sac**, **Euc**, **The**), todos mostraron valores de crecimiento significativamente diferentes entre sí, evidenciándose asimismo que en el que mejor crecimiento hubo fue en el de bagazo de caña (**Sac**).

Este mismo escenario de crecimiento significativamente superior en **Sac** volvió a repetirse a los 20, 30 y 40 días después de la inoculación (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis cualitativos y cualitativos de los resultados de la investigación

Tiempo transcurrido desde la inoculación (días)	Promedios de Crecimiento Miceliar (cm) y tamaño muestral (número de bolsas experimentales) por sustrato			Valores del Análisis de Varianza			Conclusión considerando la Prueba a Posteriori de Tukey
	Euc	The	Sac	F	G1	P	
10	$\bar{x} = 6,0;$ n = 20	$\bar{x} = 1,1;$ n = 20	$\bar{x} = 7,6;$ n = 20	410	2/57	0,00	Sac mostró un crecimiento significativamente mayor a los otros dos sustratos.

20	$\bar{x} = 5,3;$ n = 20	$\bar{x} = 5,0;$ n = 20	$\bar{x} = 12,9;$ n=20	124	2/57	0,00	Sac mostro más eficiencia.
30	$\bar{x} = 8,7;$ n = 20	$\bar{x} = 8,1;$ n = 18	$\bar{x} = 17,5;$ n=19	62.2	2/54	0,00	Sac mostro más eficiencia.
40	$\bar{x} = 12,1;$ n = 20	$\bar{x} = 10,4;$ n = 18	$\bar{x} = 22,1;$ n = 19	52.7	2/54	0,00	Sac mostro más eficiencia.

Nota: 1. Sustratos: Euc (aserrín de eucalipto), Sac (bagazo de caña), The (corteza molida de fruto de cacao). 2. F = Estadístico del Análisis de Varianza, Gl = Grados de libertad y P = valor de la Probabilidad asociada al estadístico.

Fuente: Elaboración propia.

Discusión.

Considerando que se ha reportado para *Ganoderma lucidum* en éste y otros estudios (Gudro y Ulme, 2011; MycoWorks, 2017) un rápido crecimiento, esto lo vuelve bastante competitivo para la obtención de un textil que pueda reemplazar al tradicional cuero vacuno.

Los sustratos que contienen compuestos de lignina, celulosa y hemicelulosa parecieran ser los mejores para *Ganoderma lucidum*, ya que este hongo necesita dichos compuestos para su crecimiento y desarrollo miceliar, debido a que es un hongo lignocelulítico. Sin embargo, análisis químicos realizados en el presente trabajo ponen en evidencia que no es imprescindible tener sustratos con altos porcentajes de celulosa y lignina, ya que el aserrín de eucalipto presentó 60,4 % de celulosa y 24,0 % de lignina y el bagazo de caña presentó 33,3 % de celulosa y 17,3 % de lignina; A su vez, el análisis presentó también mayores porcentajes de humedad en el bagazo de caña (5,9) que en el aserrín de eucalipto (4,2) (Trujillo & Bonilla, 2019). Dichos análisis no se realizaron para el cacao molido ya que éste mostró ineficiencia generando desarrollo miceliar. En el presente estudio, el bagazo de caña (**Sac**) mostró ser el mejor sustrato para el hongo posiblemente por su alto contenido de humedad y niveles medios de celulosa.

Cabe mencionar también, que resulta recomendable en la preparación del sustrato el añadir sales estabilizadoras durante el cultivo del hongo (en el presente trabajo se utilizó carbonato de calcio con tal objeto) lo cual suele coadyuvar a la actividad fúngica que mineraliza el sustrato y solubiliza las macromoléculas de lignocelulosa (Postemsky & López, 2016).

Con respecto al pH se debe mencionar que, de acuerdo a lo observado en el presente trabajo, los pH ligeramente ácidos (5-6) facilitan igualmente el desarrollo de *Ganoderma lucidum*. El crecimiento de micelio de *G. lucidum* casi nulo, así como de producción nula de exudado, en

el sustrato de corteza de cacao molido posiblemente se deba a que este sustrato produce un microambiente demasiado compacto en las bolsas experimentales (a partir de las partículas molidas) como para que se produzca una buena aireación y a su vez una adecuada retención de agua, evento también observado por Gurung *et al.* (2012).

Para un buen crecimiento miceliar de *Ganoderma lucidum*, por tanto, parecen necesitarse sustratos más blandos y con mayor tamaño de partícula, mismos que puedan brindar suficiente aireación y flujo de agua, lo cual sí ocurrió con el sustrato **Sac**.

Considerando lo anterior, podemos mencionar que un buen sustrato para *G. lucidum* sería aquel que garantice simultáneamente una buena cantidad de agua y elementos nutricionales necesarios, así como la captura fácil de los mismos por parte del hongo; asimismo, que tenga un adecuado tamaño de partícula que permita un anclaje adecuado para las hifas y el micelio en general y a la vez una buena aireación, principalmente. Algunos de estos elementos han sido también propuestos por investigadores como Torres *et al.* (2011) y Postemsky & López (2016).

A su vez concordamos con otros investigadores como Salazar (2014), en torno a que el desarrollo del hongo se ve favorecido a una temperatura de 30°C, en condiciones de absoluta oscuridad.

Agradecimientos.

Al biólogo Andrés Salazar de Intiwasi por haber cooperado con su experiencia y comentarios técnicos para la producción orgánica de hongos. A las instalaciones de FONKIS (Mycocorp Mycorp AAA S.A.), las cuales hicieron posible el desarrollo de todas las fases de crecimiento de *Ganoderma lucidum*. Finalmente, se agradece a la familia del primer autor por el apoyo en procesos de producción y otras actividades logísticas.

Conclusiones:

- El sustrato que permitió mejor crecimiento del micelio, así como mayor generación del exudado miceliar fue el de bagazo de caña (Sac). Este sustrato reunió las condiciones necesarias, de entre los tres utilizados, para el óptimo desarrollo de *Ganoderma lucidum*.
- Asimismo, cabe recalcar que para el cultivo y desarrollo de este hongo se pueden aprovechar residuos agroindustriales (provenientes de otras actividades económicas) tales como el bagazo de caña u otro de características similares; evitando que estos residuos no sean mal dispuestos ni considerados como no utilizables, pudiendo dárseles un nuevo uso y provecho, coadyuvando a que la producción de *Ganoderma lucidum* pueda generar una dinámica de economía circular, meta referencial a alcanzar en una adecuada gestión de especies vegetales y fúngicas silvestres no maderables de interés comercial (Yáñez, 2012).

Referencias Bibliográficas.

- Adzet, J., Bonet, J., & Soler, J. (1985). *Química Técnica de Tenería*. Barcelona: Romanya / Valls. Disponible en: <http://www.cueronet.com/tecnica/quimica_tecnica.htm#biblio>.
- Baldini, A., & Pancel, L. (2002). *Agentes de daño en el bosque nativo*. Santiago de Chile: Edit. Universitaria. 170pp.
- Batra, P., Sharma, A., & Khajuria, R. (2013). Probing Lingzhi or Reishi Medicinal Mushroom *Ganoderma lucidum* (Higher Basidiomycetes): A Bitter Mushroom with Amazing Health Benefits. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 15(2), 127–143.
- Bidegain, M., Postemsky, P., González, R., Figlas, D., Devalis, R., Delmastro, S., Pereyra, C., Curvetto, N., & Cubitto, M. (2014). Optimización de la producción del hongo medicinal Reishi (*Ganoderma lucidum*) para el desarrollo de nutraceuticos y fitoterápicos. Bahía Blanca: Laboratorio de Biotecnología de Hongos Comestibles y Medicinales, Universidad Nacional del Sur.
- Bidegain, M. (2017). Optimización del cultivo de *Ganoderma lucidum* para evaluación de actividad y desarrollo de nutraceuticos. Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur. Tesis de doctorado en ciencias y tecnología de los alimentos.
- Conesa, A., Punt, P., Van Lujik, N., & Van den Hondel, C. (2001). The secretion pathway in filamentous fungi: a biotechnological view. *Nederland. Fungal Genet Biol*, 3, 155-171.
- Flores, J., & Salazar, A. (2016). *Curso de Cultivo de Hongos*. Quito. Disponible en: <<http://cultivarhongos.simplesite.com>>.
- GAD Parroquial - Gobierno Autónomo Descentralizado de la Parroquia Rural de Yaruquí. (2018). *Fundación, hitos y ubicación histórica de la parroquia de Yaruquí*. Quito. Disponible en: <<http://www.yaruqui.gob.ec/web/index.php/contenido/item/historia>>.
- Gudro, I., & Ulme, A. (2011). Opportunities of Raw Hide Using as a Sustainable Material in Latvia. *Sustainable Spatial Development*, 3, 103-107.
- Gurung, O., Budathoki, U. & Parajuli, G. (2012). Effect of Different Substrates on the Production of *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) Karst. *Our nature*, 10(1), 191-198.

- Hidalgo, M., & Meléndez, J. (2012). Diseño de un modelo para medir la productividad para una empresa manufacturera de cueros. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Trabajo de Titulación.
- López, B. (2019). Excreción en hongos: procesos y características. Disponible en <<https://www.lifeder.com/excrecion-en-hongos/>>
- MycoWorks. (2017). Transformamos el micelio y los subproductos agrícolas en cuero. San Francisco. Disponible en: <<http://www.mycoworks.com/portfolio/technology/>>.
- Notas Naturales. (2019). Reishi: beneficios y contraindicaciones del *Ganoderma lucidum*. Disponible en: <<https://www.notasnaturales.com/reishi-contraindicaciones-beneficios-dosis/>>.
- Paredes, L. (2012). Obtención de cuero anapado para vestimenta con la utilización de diferentes niveles de aceites sintéticos en combinación con aceite de pescado hidrogenado. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Trabajo de Titulación.
- Postemsky, P., Delmastro, S., & Curvetto, N. (2014). Effect of edible oils and Cu (II) on the biodegradation of rice by-products by *Ganoderma lucidum* mushroom. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 93, 25–32.
- Postemsky, P., & López, R. (2016). Aplicación de sustratos residuales del cultivo de hongos en la producción hortícola. Buenos Aires: ASAHO.
- Salazar, W. (2014). Diversidad de los géneros *Ganoderma* y *Amauroderma* en el Ecuador. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Trabajo de Titulación.
- Tabares, F., & Toro, C. (2013). Actividad antiinflamatoria y antioxidante del extracto etanólico del hongo *Ganoderma lucidum* cultivado en residuos de la industria cafetera y fructificado bajo radiaciones del espectro visible de longitudes de onda específica. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Trabajo de grado.
- Torres, A., Quintero, J. & Atehortua, L. (2011). Efectos de nutrientes sobre la producción de biomasa del hongo medicinal *Ganoderma lucidum*. Bogotá. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13, 103-109.

- Trujillo, H. & Bonilla, O. (2019). Análisis de contenido de grasas, ceras y resinas: celulosa y lignina en fibras de aserrín de eucalipto y bagazo de caña de azúcar. Quito: Departamento de Ingeniería Química. Escuela Politécnica Nacional.
- Vázquez, J., Romero, O., Tello, I., Rivera, A., & Bernal, H. (2015). Evaluación de granos agrícolas para la elaboración artesanal de inóculo de *Ganoderma lucidum*. Octubre-2015 (La Plata). V Congreso Latinoamericano de Agroecología - SOCLA. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 5p.
- Yáñez, P. (2005). *Biometría y Bioestadística fundamentales. Analizando la estructura numérica de la información en proyectos ecológicos*. Quito. 130pp.
- Yáñez, P. (2010). Análisis de Varianza. En P. Yáñez, *Biometría y bioestadística fundamentales* (pág. 58). Quito.
- Yáñez, P. (2012). Consideraciones para el diseño y aplicación de planes de manejo de especies vegetales silvestres no maderables de interés comercial. *Qualitas*, 4, 31-40.
- Yáñez, P. (2014). *Ecología y biodiversidad: un enfoque desde el neotrópico*. Quito-Ecuador. UNIBE/UIDE. 172pp.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Ávila López, A., & Yánez Moretta, P. (2020). Evaluación de la eficiencia del crecimiento del micelio de *Ganoderma lucidum* (Ganodermataceae), un hongo con alto potencial de uso textil en Ecuador, en tres sustratos orgánicos. *Ciencia Digital*, 4(3), 210-228. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1324>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Valoración económica ambiental del recurso aire en el cantón Riobamba



*Environmental economic assessment of the air resource in the Riobamba
canton*

Mabel Mariela Parada Rivera.¹, Juan Carlos González García.², Slendi Monserrate Jácome Ampudia.³, Shomira Mariel Pacheco Palacios.⁴ & Sofia Katherine Erazo Chávez.⁵

Recibido: 22-04-2020 / Revisado: 20-05-2020 / Aceptado: 22-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1332>

The focus of this project is based on the Environmental Economic Valuation of the air resource in the Riobamba Canton which consists of applying the Contingent Valuation method in addition to knowing the willingness to pay of the location, the objective is to give an economic value to the resource air to improve or preserve the air quality of Riobamba. A baseline of the air resource was defined which was carried out using the information obtained from the reports of the air quality monitoring carried out by the GADM Riobamba, the monitoring parameters were Settling Particles, Sulfur Dioxide, Nitrogen Dioxide, Ozone and Benzene, the study areas where the monitoring stations can be used as a reference were also determined, defining three areas Urbano (North-Center), Urban Marginal (UNACH-EMAPAR) and Rural (Gatazo Zambrano), in these areas of In this study, the Contingent Valuation Method was used, which consists of asking directly through the application of surveys aimed at the Riobamba society in each of the sectors with the request to obtain sufficient information to establish a monetary value for the air resource, thus Even with the information obtained, the statistical analysis of the data was performed using specific

¹ Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Docente Investigador, Facultad de Ciencias, Riobamba, Ecuador, mabel.parada@epoch.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Docente Investigador, Facultad de Ciencias, Riobamba, Ecuador, juan.gonzalez@epoch.edu.ec

³ Investigador independiente en el área ambiental, Riobamba, Ecuador, slendi_jacome@hotmail.com

⁴ Investigador independiente en el área ambiental, Riobamba, Ecuador, homy100395@hotmail.com

⁵ Investigador independiente en el área ambiental, Riobamba, Ecuador, sophy95@hotmail.es

software. It was established that the people surveyed for the North sector was a willingness to pay of \$ 0.94, for the Center sector it was \$ 0.86, for the UNACH sector it was \$ 0.79, while the EMAPAR sector was \$ 0.86 and finally the Gatazo sector that was \$ 0.65, all these values through annual contributions to maintain, improve and conserve the air resource.

Keywords: environmental economics, environmental economic assessment, willingness to pay, contingent valuation, air resource.

Resumen.

El enfoque de este proyecto se basa en la Valoración Económica Ambiental del recurso aire en el Cantón Riobamba el cual consiste en la aplicación del método de Valoración Contingente además de conocer la Disposición a Pagar de la localidad, el objetivo es dar un valor económico al recurso aire para mejorar o conservar la calidad del aire de Riobamba. Se definió una línea base del recurso aire el cual se estableció mediante información obtenida de los informes de los monitoreos de la calidad del aire realizados por el GADM Riobamba, los parámetros de los monitoreos fueron Partículas Sedimentables, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno, Ozono y Benceno, también se determinó las áreas de estudio donde se tomó como referencia las estaciones de monitoreo, definiendo tres zonas Urbano (Norte - Centro), Urbano Marginal (UNACH-EMAPAR) y Rural (Gatazo Zambrano), en estas zonas de estudio se empleó el Método de Valoración Contingente el que consiste en preguntar de forma directa mediante la aplicación de encuestas dirigidas a la sociedad riobambeña en cada uno de los sectores con la finalidad de obtener información suficiente para establecer un valor monetario para el recurso aire, así mismo con la información obtenida se realizó el análisis estadístico de los datos mediante la utilización de softwares específicos. Se estableció que las personas encuestadas para el sector Norte fue una disposición a pagar de \$0.94, para el sector Centro fue de \$0.86, para el sector UNACH fue de \$0.79, mientras que el sector EMAPAR fue de \$0.86 y por último el sector de Gatazo que fue de \$0.65, todos estos valores a través de aportes anuales para mantener, mejorar y conservación del recurso aire.

Palabras clave: economía ambiental, valoración económica ambiental, disposición a pagar, valoración contingente, recurso aire.

Introducción.

Hoy en día los recursos naturales compensan las necesidades del ser humano en muchos aspectos que se resumen a su supervivencia y calidad de vida (Oropeza, 2015, citado en Jácome, 2020). El uso de los recursos se tiene como propósito incurrir en la parte social, económica y ambiental, lo cual es importante establecer la sostenibilidad para el bienestar de las futuras generaciones (Santoyo et al., 2013, citado en Pacheco, 2020).

Según (Orellana et al., 2018 , citado en Pacheco, 2020) menciona que lastimosamente en Ecuador, el cual es considerado un país megadiverso, son pocos los estudios que se han realizado sobre la importancia de los recursos naturales para la población que habitan en estas áreas y hacen uso de estos.

El valor del ambiente es inestimable y cuán importante es la conservación de los bienes que él nos aporta, sin embargo, no siempre estamos conscientes de que el manejo racional y su preservación suponen el incurrir en gastos económicos significativos (Tomasini et al., 2004, citado en Jácome, 2020).

En algunos países se emplean metodologías y técnicas de valoración económica ambiental para la sustentabilidad de los recursos renovables y no renovables (Múnera y Restrepo, 2004 citado en Jácome, 2020). Mientras que en Ecuador las metodologías de valoración son muy limitadas, lo cual se debe al crecimiento poblacional causando el incremento de los procesos de degradación de los ecosistema y el entorno (Riera, 1994, citado en Erazo, 2020).

La Valoración Económica Ambiental (VEA) de recursos naturales se ha convertido en un campo que en nuestro medio necesita ser investigado ya que a pesar de disponer de varias metodologías para su determinación, aún no conocemos de manera técnica la importancia y el valor de ellos (González, Ledesma y Martínez, 2016, citado en Pacheco, 2020). Al no existir un mercado que le dé un valor económico a los bienes o servicios, no ha sido viable invertir para poder conservarlos o mantenerlos para su aprovechamiento de presentes y futuras generaciones; el recurso aire no ha sido valorado, ignorando así su importancia (Romero et.al. 2006, citado en Erazo, 2020).

En la Ciudad de Riobamba no se han realizado estudios de Valoración Económica Ambiental (VEA) del recurso aire, a pesar de que es conocido que la contaminación trae consigo efectos negativos tanto en la salud, la economía y el medio ambiente (Leal, 2010, citado en Jácome, 2020). Por ello, se debe concretar estudios que sirvan como base para la planificación de acciones que preserven la calidad de nuestros recursos para el disfrute y aprovechamiento (Hernández Avila et al., 2018, citado en Erazo, 2020).

Es por esta razón que el Grupo de Investigación Ambiental y Desarrollo (GIADE) de la Facultad de Ciencias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), a través de su proyecto Valoración Económica Ambiental de los Recursos Naturales del Cantón Riobamba, se vio en la necesidad de conocer las condiciones que se encuentra el recurso aire del Cantón Riobamba, lo cual servirá como base en investigaciones por parte de la Municipalidad de Riobamba. Este macro proyecto incluye la Valoración Económica Ambiental del recurso aire en tres sectores específico como es el sector urbano, sector urbano marginal y el sector rural del Cantón Riobamba (Raffo, 2015, citado en Erazo, 2020).

Para este estudio se ha tomado en cuenta diferentes estaciones de monitoreo de calidad del aire: las dos primeras, ubicadas en la parte urbana, una en el Norte cercana al edificio de la Regional de la Asociación de Municipalidades del Ecuador y otra en el Centro ubicada en el mercado La Merced; la tercera, en la parte urbana marginal, se sitúa en el edificio de la EMAPAR (Empresa de Agua Potable y Alcantarillado). Adicionalmente, se tomó en cuenta la estación de monitoreo de un trabajo de titulación situado en la UNACH para complementar este sector. La última estación del sector rural está ubicada en la comunidad de Gatazo Zambrano (Mautone, 2015, citado en Erazo, 2020).

En base a los datos proporcionados de monitoreos efectuados en estos sectores, se pudo conocer la variación que el recurso aire ha sufrido en los últimos años para determinar la percepción de la población acerca de la calidad del aire con el objetivo de definir el valor económico del mismo, tomando en cuenta la influencia de la creciente actividad económica presente en la ciudad de Riobamba (Alvear, 2015, citado en Pacheco, 2020).

La aplicación de la metodología de la Valoración Económica Ambiental para el recurso aire, se basa en los datos de las concentraciones de los contaminantes generadas en las estaciones de monitoreo municipales que pueden ser aprovechados (Leyton, 2013, citado en Erazo, 2020). A su vez, se establece la comparación con parámetros definidos en la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire que, sumados al estudio de la percepción de los habitantes del cantón en relación con el recurso aire, posibilita la adaptación del Método de Valoración Contingente (MVC).

Una vez determinada, permite dar un valor al recurso aire y aportar una herramienta técnica al GADM de Riobamba para determinar costos de oportunidad, toma de decisiones y establecimiento de políticas, programas y prioridades en el ámbito ambiental (Ripka de Almeida et al., 2018, citado en Jácome, 2020).

Metodología.

Unidad de Análisis.

La unidad de análisis concierne al recurso aire circundante a los sectores delimitados: urbano (Norte-AME y Centro-mercado La Merced), urbano marginal (EMAPAR, UNACH) y rural (Gatazo).

Población de estudio y tamaño de la muestra.

La población (N) de estudio comprende a todos los habitantes de los tres sectores delimitados dentro del cantón Riobamba que son beneficiarios directos del recurso aire. Se determinó este número, en el caso de los sectores urbano, urbano marginal y rural, mediante el producto

del número de viviendas del sector delimitado por la media de personas por hogar según el INEC (3.78).

$$N = \#viviendas * promedio de personas por hogar$$

A partir de esto, se estimó el número de muestra de 80 para el sector Norte (AME), 90 para el sector Centro (mercado La Merced), 110 para el sector EMAPAR, 95 para el sector UNACH y 140 para Gatazo dando un total de 515 habitantes a los cuales se aplicaron las encuestas. El cálculo se realizó a través de la siguiente fórmula de Canavos:

$$n = \frac{N * Z_a^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_a^2 * p * q}$$

Tabla 1. Resultados obtenidos de población y muestra de los sectores objeto de estudio.

Sector	Subsector	Población	Muestra
Urbano	Norte (AME)	100	80
	Centro (mercado La Merced)	118	90
Urbano	EMAPAR	238	110
marginal	UNACH	177	95
Rural	Gatazo	1230	150
	Total	1863	525

Fuente: Elaboración propia.

Para la selección de la muestra se utilizó el método probabilístico aleatorio simple, el cual consiste en que cada unidad que compone la población total tiene la misma posibilidad de ser seleccionado (López, 2004, citado en Pacheco, 2020). Se tomó en cuenta que la persona encuestada cumpla la mayoría de edad.

Proceso de obtención de la línea base de la calidad del aire.

Se recurrió con el proceso de gestión de los Informes Técnicos anuales de calidad del aire de Riobamba desde el año 2015 a 2018 de la Dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba (GADMR) que, con el apoyo de la Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, ha implementado desde hace algunos años, diferentes estaciones de monitoreo tanto en el área urbana, así como en cantones aledaños (Pacheco, 2020).

Se extrajo información específica de las estaciones de monitoreo denominadas AME (sector urbano-norte), EMAPAR (sector urbano marginal-sureste) y Gatazo (sector rural); obteniendo los datos de concentración de contaminantes criterio tales como: material particulado sedimentable (PMS), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂), ozono (O₃) y uno de los contaminantes denominados no convencionales, el benceno (C₆H₆).

Para complementar la línea base del sector urbano, se extrajeron datos de la tesis de maestría de Cocha (2017, citado en Pacheco, 2020) perteneciente a la Universidad Técnica de Ambato denominada “Emisión de gases y su relación en la calidad del aire de la zona urbana de la ciudad de Riobamba”. Se manipularon valores de concentración de los contaminantes atmosféricos de material particulado sedimentable (PMS), dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), ozono (O₃) y benceno (C₆H₆) obtenidos en la estación de monitoreo ubicado en el mercado La Merced (centro).

Se realizó un proceso similar para completar la línea base del sector urbano marginal, recurriendo a los datos obtenidos de concentración de material particulado sedimentable (PMS), material particulado volátil (PM₁₀ y PM_{2,5}) del trabajo de titulación de Bayas (2017, citado en Pacheco, 2020) con el tema “Distribución espacial y multitemporal de material particulado, en los campus universitarios de la UNACH de la ciudad de Riobamba”. Se efectuó la extracción de los valores obtenidos de las estaciones de monitoreo del campus “Edison Riera” únicamente.

Una vez recolectada y tabulada la información necesaria, se llevó a cabo una comparativa con los parámetros establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Calidad del Aire (NECA) para cada contaminante.

Tabla 2. Límites máximos permisibles según la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire

Contaminante	Concentración	Unidad
Material Particulado Sedimentable	1	mg/cm ² /mes
Material Particulado Volátil 10µm (PM ₁₀)	50	µg/m ³
Material Particulado Volátil 2,5µm (PM _{2,5})	15	µg/m ³
Dióxido de azufre	60	µg/m ³
Dióxido de nitrógeno	40	µg/m ³
Ozono	100	µg/m ³
Benceno	5	µg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se vio la necesidad de sesgar reseñas del progresivo aumento del parque automotor en la provincia de Chimborazo con el paso del tiempo, para implementar un modelo de ajuste de regresión lineal instaurado como un instrumento utilizado para valorar la proyección de la disposición a pagar en años futuros, proceso ejecutado posteriormente.

Caracterización del área y población de estudio.

Las áreas de estudio se eligieron de acuerdo con su ubicación, puesto que, se necesita zonas urbanas (dentro del casco urbano de la ciudad), urbano marginales (en el extrarradio urbano) y rurales. Un factor importante para la delimitación de cada subsector fue la preexistencia de estudios de monitoreo de contaminantes atmosféricos en cada una.

Todos los subsectores se demarcaron tomando como punto estratégico de referencia las estaciones establecidas previamente para el monitoreo. A partir de estos, se señalaron varias cuadras mediante el software ArcGis para dar lugar a los mapas de ubicación respectivos.

Mediante observación directa y visitas de campo se identificaron establecimientos o áreas cercanas importantes que pueden influenciar el comportamiento económico y social de las zonas. Con esto, se pudo tener una mejor perspectiva en cuanto a rasgos particulares y cuáles serían los posibles factores que afectan la calidad del aire de los sectores objeto de estudio (Pacheco, 2020).

Aplicación del Método de Valoración Contingente (MVC).

Muchos investigadores afirman que, probablemente, es el único método que permite medir los valores de no uso e implica simular un mercado hipotético para este recurso que no lo posee. Consiste en la aplicación de una encuesta especialmente diseñada, con el objetivo de obtener el grado de disposición a aportar con un valor monetario significativo dispuesto para la conservación del recurso y su buen manejo para evitar cambios negativos (Pacheco, 2020).

Diseño y aplicación de encuestas.

Se aplicaron 525 encuestas distribuidas así: 170 en el sector urbano (80 en el subsector Norte y 90 en el Centro), 205 en el sector urbano marginal (110 en el subsector EMAPAR y 95 en la UNACH) y 150 en el sector rural (Gatazo). La encuesta se conformó de 20 preguntas binarias y de selección múltiple dispuestas en tres secciones principales:

- Sección A. Características sociodemográficas: Conformada por preguntas de carácter personal de la persona encuestada con el objetivo de establecer los rasgos

sociodemográficos y particularidades económicas actualizadas de todos los pobladores del cantón.

- Sección B. Antecedentes de gestión ambiental: Se establecieron cuestiones relacionadas a la percepción sobre la calidad del aire y el concepto de la población respecto a la gestión de los recursos ambientales por parte de las autoridades en el cantón.
- Sección C. Valor en mejora de la calidad del aire: Diseñada con el objetivo de determinar la disposición a pagar de los pobladores para la conservación y métodos de mejora de la calidad de aire del cantón.

Una vez aplicadas las encuestas, se tabularon, graficaron y analizaron las respuestas obtenidas mediante el software SPSS. Los criterios de calificación de cada pregunta dependieron del tipo de variable; en las cualitativas se definieron valores indistintamente y en las cuantitativas se estableció un nivel de orden.

Proceso de disposición a pagar.

Una vez obtenidas las respuestas de las encuestas, específicamente en la sección de valor en mejora de la calidad del aire con respecto al rango de disposición a pagar de las personas que sí están dispuestas a contribuir económicamente para la conservación de la calidad del aire en su sector, se procedió a trasladar dichos valores al software Statgraphics XVII para calcular la media (Pacheco, 2020).

Proceso de la proyección de la disposición a pagar.

A partir del modelo de regresión lineal de tipo exponencial establecido en el software Statgraphics utilizando la información del número de vehículos matriculados en la provincia de Chimborazo por año, fue posible implementar una fórmula que ayudó a determinar la disposición a pagar anual individual de las personas encuestadas en fechas futuras, específicamente desde el año 2020 al 2023. Esto último, se estableció de acuerdo al año en el que las autoridades actuales finalizan su labor actual (Pacheco, 2020).

Proceso de comparación de disposición a pagar entre sectores.

Se realizó un proceso estadístico mediante la obtención de un análisis ANOVA en el software Statgraphics XVII con respecto a los datos de disposición a pagar entre los sectores Urbano, Urbano Marginal y Rural del cantón Riobamba, se instauraron las pruebas-F y de Rangos Múltiples para establecer si existen diferencias significativas entre ellos y, de ser así, cuáles

son los pares de sectores con mayor contraste (Pacheco, 2020). Con esto se obtuvo mayor constancia de la confiabilidad de los datos y el proceso en general.

Resultados.

Línea base de la calidad del aire de Riobamba.

De acuerdo con los valores de concentración de los principales contaminantes monitoreados, se obtuvieron las siguientes tablas resumen de promedios anuales:

Tabla 3: Concentración promedio anual de Material Particulado Sedimentable (mg/cm²/mes)

Año	Norte (ame)	Centro (la merced)	Emapar	Gatazo	Límite permisible	Excede los límites
2015	0,40	0,34	0,21	0,50		NO
2016	0,16	0,19	0,14	0,06	1	NO
2017	0,19	0,19	0,13	0,085		NO
2018	0,20	0,12	0,25	0,07		NO

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Concentración promedio anual de dióxido de azufre (µg/m³)

Año	Norte (ame)	Centro (la merced)	Emapar	Gatazo	Límite permisible	Excede los límites
2015	5,75	4,48	5,69	9,85		NO
2016	4,39	8,16	10,03	6,84	60	NO
2017	9,08	8,30	17,63	6,94		NO
2018	9,37	6,74	20,11	10,19		NO

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5: Concentración promedio anual de dióxido de nitrógeno (µg/m³)

Año	Norte (ame)	Centro (la merced)	Emapar	Gatazo	Límite permisible	Excede los límites
2015	32,37	13,78	6,93	28,92		No
2016	10,57	8,23	6,77	6,96	40	No
2017	15,86	10,37	6,34	8,2		No
2018	16,88	8,09	6,85	9,19		No

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6: Concentración promedio anual de ozono ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Año	Norte (ame)	Centro (la merced)	Emapar	Gatazo	Límite permisible	Excede los límites
2015	18,99	17,91	23,92	23,17	100	NO
2016	22,36	32,55	30,46	23,07		NO
2017	22,45	16,68	46,6	43,18		NO
2018	18,12	28,10	30,35	29,59		NO

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Concentración promedio anual de benceno ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Año	Norte (ame)	Centro (la merced)	Emapar	Gatazo	Límite permisible	Excede los límites
2015	4,70	4,60	4,73	4,63	5	No
2016	1,32	1,42	1,40	1,77		No
2017	1,41	1,02	0,86	1,12		No

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Concentración promedio de Material Particulado Sedimentable ($\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$) en UNACH campus "Edison Riera".

Ubicación dentro de UNACH campus "Edison Riera"	Concentración	Mes Registrado	Límite Permisible	Excede el límite
Facultad de Ingeniería-Salud	0,43	Mayo - junio (2016)	1	NO
CT	0,22			NO
Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas	0,17			NO

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9: Concentración promedio de Material Particulado Volátil $10\mu\text{m}$ PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en UNACH campus "Edison Riera".

Hora pico	Concentración	Mes Registrado	Límite permisible	Excede el límite
-----------	---------------	----------------	-------------------	------------------

08H00	0,0054			NO
13H00	0,0049	Mayo - junio (2016)	0,210	NO
17H00	0,0029			NO

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10: Concentración promedio de Material Particulado Volátil 2,5µm PM_{2,5} (µg/m³) en UNACH campus "Edison Riera".

Hora pico	Concentración	Mes Registrado	Límite permisible	Excede el límite
08H00	0,005	Mayo - junio (2016)	0,09	NO
13H00	0,008			NO
17H00	0,005			NO

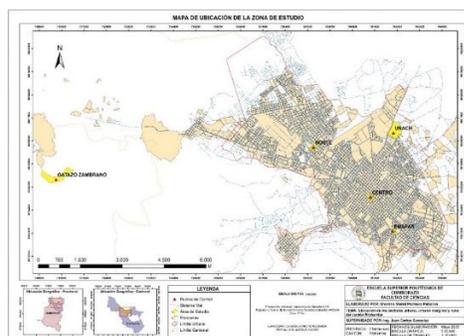
Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenida la línea base de la calidad del aire del Cantón Riobamba, se estimó que, en términos de medias anuales, no se superó los límites máximos permisibles establecidos por la Norma Ecuatoriana de Calidad del Aire para los contaminantes estimados.

La falta de información relacionada a la concentración de contaminantes criterio y no convencionales estimados correspondientes a la Dirección de Gestión Ambiental, Salubridad e Higiene alteró la confiabilidad de los resultados finales de promedios anuales, ya que en muchos de los meses no se realizaron los monitoreos debido a dificultades logísticas según lo indica el Informe Técnico de la calidad del aire del Cantón Riobamba (Pacheco, 2020).

Caracterización del área y población de estudio.

Figura 1: Mapa de ubicación de los sectores urbano, urbano marginal y rural de Riobamba



Fuente: Elaboración propia.

San Pedro de Riobamba es la capital de la Provincia de Chimborazo punto central de la región sierra, se la conoce también con el nombre La Sultana de los Andes, cuenta con cinco parroquias urbanas: Lizarzaburu, Maldonado, Velasco, Veloz, Yaruquíes; y de once parroquias rurales: Cacha, Calpi, Cubijíes, Flores, Licán, Licto, Pungalá, Punín, Químiag, San Juan y San Luis. Su composición étnica corresponde en su gran mayoría de población mestiza en la zona urbana e indígena y campesina en la zona rural (Jácome, 2020).

El sector urbano se ve altamente influenciado por establecimientos de gran importancia y actividad económica fluida como es el caso del mercado La Merced, el cual representa ser un eje substancial de comercio y gastronomía en la ciudad. El sector norte (AME) también tiende a ser una zona de gran actividad comercial, evidenciándose el progresivo aumento del parque automotor en la zona y gran densidad poblacional.

La caracterización del área y población de estudio del sector urbano marginal se realizó teniendo en cuenta que es un área constituida de zonas periféricas. Así se determinó el sector denominado EMAPAR de acuerdo con la estación de monitoreo localizada en la institución del mismo nombre, ubicada entre la Avenida Juan Félix Proaño y calle Londres esquina, al sureste de la ciudad, en el que es evidente un movimiento social y económico influenciado por la cercanía del Hospital General Docente de Riobamba, el Complejo Deportivo Ciudadela La Politécnica e instituciones públicas importantes.

El sector UNACH cuya estación de monitoreo campus “Edison Riera” se encuentra en la parroquia Velasco, ubicada en la Avenida Antonio José de Sucre Km 1 1/2 vía a Guano, al noreste de la ciudad, viéndose influenciado por el C.C. Paseo Shopping Riobamba y la misma institución educativa. En ambos casos, se observa gran afluencia de tráfico vehicular y densidad poblacional (Pacheco, 2020).

El sector rural representado por Gatazo Zambrano es una comunidad rural ubicada a 10 kilómetros del sur de Riobamba en la parroquia Cajabamba; que se dedica en su mayoría a la producción agrícola esencialmente se impulsa el cultivo de brócoli para la exportación, aunque también se cultiva zanahoria, remolacha y cebolla. Gatazo es un pueblo formado por casas dispersas y de construcción mixta (techo de teja, madera y bloque) (Erazo, 2020).

Resultados de la aplicación de encuestas.

La aplicación de encuestas se llevó a cabo mediante el muestreo probabilístico aleatorio simple, tomando en cuenta que la persona encuestada cumpla la mayoría de edad. En edificios grandes, se encuestaron a dos o tres personas.

A continuación, se presenta un resumen de las respuestas obtenidas en la siguiente tabla:

Tabla 11: Resultados de las encuestas aplicadas a los pobladores del cantón Riobamba.

		Sección a. Características sociodemográficas									
Sector de Riobamba		Urbano		Urbano marginal				Rural			
		Centro		Norte		Emapar		Unach		Gatazo	
Características	Variables	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Género	Masculino	27	30.0	31	38.8	58	52.7	49	51.6	70	46.7
	Femenino	63	70.0	49	61.3	52	47.3	46	48.4	80	53.3
Edad	Joven(18-29 años)	8	8.9	16	20.0	39	35.5	48	50.5	36	24.0
	Adulto (30-45años)	49	54.4	35	43.8	43	39.1	32	33.7	63	42.0
	Adulto mayor (46-60años)	25	27.8	25	31.3	25	22.7	13	13.7	42	28.0
	Anciano (>61años)	8	8.9	4	5.0	3	2.7	2	2.1	9	6.0
Grupo étnico	Blanco	4	4.4	2	2.5	1	0.9	3	3.2	-	-
	Mestizo	83	92.2	75	93.8	88	80.0	82	86.3	5	3.3
	Indígena	3	3.3	3	3.8	20	18.2	8	8.4	¹⁴ / ₅	96.7
	Afroecuatoriano	0	0.0	0	0.0	1	0.9	2	2.1	-	-
Nivel de estudio	Primaria incompleta	-	-	-	-	5	4,5	1	1,1	25	16.7
	Primaria	10	11.1	4	5.0	13	11,8	8	8,4	60	40.0
	Secundaria	23	25.6	24	30.0	39	35,5	31	32,6	46	30.7
	Técnico	5	5.6	5	6.3	20	18,2	11	11,6	7	4.7
	Superior	49	54.4	43	53.8	25	22,7	40	42,1	12	8.0
	Postgrado	3	3.3	4	5.0	8	7,3	4	4,2	-	-
Ocupación	Agricultura	5	5.6	4	5.0	6	5.5	3	3.2	84	56.0
	Comercio	54	60.0	15	18.8	44	40.0	24	25.3	23	15.3
	Tarea doméstica	10	11.1	12	15.0	4	3.6	5	5.3	22	14.7
	Construcción	1	1.1	5	6.3	4	3.6	5	5.3	5	3.3
	Otra	20	22.2	44	55.0	2	1.8	1	1.1	16	10.7
	Menor al salario básico	30	33.3	20	25.0	10	9,1	3	3,2	62	41.3
Ingresos mensuales familiares	\$400 a \$700	29	32.2	34	42.5	50	45,5	48	50,5	43	28.7
	\$701 a \$1000	26	28.9	19	23.8	40	36,4	30	31,6	11	7.3
	Mayor a \$1001	5	5.6	7	8.8	10	9,1	14	14,7	1	0.7
	Valores perdidos	0		0		0		0		33	

	De \$100 a \$500	55	61.1	39	48.8	13	11,8	26	27,4	67	44.7
Gastos mensuales familiares	De \$501 a \$800	12	13.3	23	28.7	44	40	45	47,4	39	26.0
	De \$801 a \$2000	19	21.1	15	18.8	48	43,6	16	16,8	8	5.3
	Mayor a \$2001	4	4.4	3	3.8	5	4,5	8	8,4	1	0.7
	De 1 a 2	42	46.7	30	37.5	23	20,9	58	61,1	25	16.7
Número de miembros de la familia	De 3 a 4	45	50.0	46	57.5	70	63,6	32	33,7	90	60.0
	Más de 5	3	3.3	4	5.0	17	15,5	5	5,3	35	3.3

Seccion b. Antecedentes de calidad del aire

Sector de riobamba		Urbano		Urbano marginal		Rural					
		Centro	Norte	Emapar	Unach	Gatazo					
Características	Variables	N	%	N	%	N	%	N	%		
	Mala	37	41.1	39	48.8	36	32.7	9	9.5	1	0.7
Valoración de la calidad de aire en la zona	Regular	41	45.6	21	26.3	71	64.5	53	55.8	6	4.0
	Buena	12	13.3	20	25.0	3	2.7	33	34.7	14 3	95.3
	Desempleo	-	-	-	-	36	32.7	30	31.6	56	37.3
Apreciación del problema social de mayor importancia dentro de su entorno	Delincuencia	-	-	-	-	19	17.3	25	26.3	10	6.7
	Contaminación	-	-	-	-	50	45.5	30	31.6	46	30.7
	Corrupción	-	-	-	-	3	2.7	9	9.5	26	17.3
	Migración	-	-	-	-	2	1.8	1	1.1	12	8.0
Valoración del aporte para prevenir la contaminación o mejorar la calidad del aire de las instituciones públicas encargadas de	Nada	64	71.1	44	55.0	51	46.4	40	42.1	61	40.7
	Poco	18	20.0	27	33.8	38	34.5	36	37.9	66	44.0
	Algo	6	6.7	9	11.3	20	18.2	18	18.9	21	14.0
	Bastante	2	2.2	0	0.0	1	0.9	1	1.1	2	1.3

proteger el ambiente

Conocimiento sobre estudios de contaminación del aire	No	85	94.4	77	96.3	108	98.2	94	98.9	141	94.0
	Si	5	5.6	3	3.7	2	1.8	1	1.1	9	6.0

Seccion c. Valor en mejora de la calidad del aire

Sector de riobamba	Urbano Centro	Urbano Norte		Urbano marginal Emapar		Urbano Unach		Rural Gatazo			
		N	%	N	%	N	%	N	%		
Características	Variables	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
	Tráfico vehicular	70	77.8	6	7.5	57	51.8	49	51.6	20	13.3
	Industrias	6	6.7	8	10.0	21	19.1	21	22.1	32	21.3
	Quema de desechos	9	10.0	0	0.0	15	13.6	11	11.6	20	13.3
Apresiasi3n de la actividad que genera mayor contaminaci3n del aire	Incendios forestales	5	5.6	0	0.0	6	5.5	3	3.2	3	2.0
	Emisi3n volc3nica	0	0.0	6	7.5	1	0.9	0	0	3	2.0
	Productos qu3micos agr3colas	-	-	-	-	10	9.1	11	11.6	72	48.0
Opini3n sobre si los mayores generadores de contaminaci3n del aire deber3an contribuir para conservar su calidad d	No	2	2.2	2	2.5	3	2.7	3	3.2	12	8.0
	Si	88	97.8	78	97.5	107	97.3	92	96.8	138	92.0
Nivel de importancia de la conservaci3n de la calidad de aire	No importante	0	0.0	0	0.0	2	1.8	1	1.1	0	0.0
	Poco importante	0	0.0	0	0.0	2	1.8	3	3.2	1	.07
	Importante	26	28.9	18	22.5	26	23.6	17	17.9	96	64.0
	Muy importante	64	71.1	62	77.5	80	72.7	74	77.9	53	35.3
	No importante	0	0.0	0	0.0	2	3.0	0	0.0	0	0.0

Nivel de importancia de realizar actividades de recreación al aire libre en familia	Poco importante	1	1.1	0	0.0	8	7.3	5	5.3	2	1.3
	Importante	32	35.6	27	33.8	55	50.0	26	27.4	88	58.7
	Muy importante	57	63.3	53	66.3	47	42.7	64	67.4	60	40.0
Disposición a contribuir con un valor anual familiar para conservar la calidad de aire	No	10	11.1	12	15.0	23	20.9	19	20.0	46	30.7
	Si	80	88.9	68	85.0	87	79.1	76	80.0	¹⁰ ₄	69.3
	< 0,50 centavos	15	16.7	15	18.8	15	13.6	13	13.7	26	17.3
	De 0,50 a 1,0 dólar	61	67.8	46	57.5	40	36.4	39	41.1	37	24.7
	Valor de disposición a pagar (si se encuentra dispuesto a contribuir)	De 1,1 a 2,0 dólares	9	10.0	11	13.8	24	21.8	19	20.0	41
	De 2,1 a 3,0 dólares	2	2.2	5	6.3	5	4.5	5	5.3	0	0.0
	> 3 dólares	3	3.3	3	3.8	3	2.7	0	0.0	0	0.0
	<i>Valores perdidos</i>	10		12		23		19		46	
	Luz	25	27.8	21	26.3	39	35.5	29	30.5	45	30.0
Medio de pago de preferencia (si se encuentra dispuesto a contribuir)	Agua	13	14.4	22	27.5	19	17.3	17	17.9	20	13.3
	Teléfono	9	10.0	11	13.8	2	1.8	5	5.3	7	4.7
	Impuesto predial	43	47.8	26	32.5	23	20.9	21	22.1	27	18.0
	Otra	0	0.0	0	0.0	4	3.6	4	4.2	5	3.3
	<i>Valores perdidos</i>	10		12		23		19		46	
	Mae	52	57.8	41	51.2	53	48.2	43	45.3	24	16.0
	Gad provincial	9	10.0	5	6.3	4	3.6	2	2.1	16	10.7
Institución de preferencia responsable de	Gad municipal	18	20.0	25	31.3	21	19.1	21	22.1	10	6.7

**administrar los
valores
aportados (si se
encuentra
dispuesto a
contribuir)**

Gad parroquial	5	5.6	2	2.5	8	7.3	10	10.5	45	30.0
Otra	6	6.7	7	8.8	1	0.9	0	0	9	6.0
<i>Valores perdidos</i>	10		12		23		19		46	

Nota: El guion (-) representa a los ítems no incluidos en la encuesta.
Los valores perdidos representan el número de personas que no contestaron.

Fuente: Elaboración propia.

Con estos resultados, se pudo establecer claras diferencias sociales, económicas y de conciencia ambiental entre los sectores del Cantón Riobamba. La apreciación de la calidad del aire difirió secuencialmente de acuerdo con el sector encuestado, debido a que, en el área rural, la gran mayoría de los pobladores señalaron que las características del aire de su entorno eran muy aceptables y, por ende, no tendrían por qué pagar un coste adicional para mejorarla. En el caso de los pobladores de los sectores urbano y urbano marginal señalaron que, ciertamente, era necesaria la implementación de instrumentos necesarios para mantener y optimizar las propiedades atmosféricas del medio, aludiendo al tráfico vehicular como una de las fuentes principales de contaminación del aire.

La tasa más alta de aceptación a contribuir económicamente para la conservación y mejora de la calidad del aire se estimó en el sector urbano y urbano marginal observándose un porcentaje menor en el sector rural. La mayoría de las personas que afirmaron que si aportasen, se inclinaron por el rango entre \$0.50 a \$1, asegurando que este sería un valor razonable a contribuir. Por otro lado, muchas de las personas que prefirieron no aportar, aseguraron no tener la confianza suficiente en que estos fondos se utilicen de manera correcta para los fines propuestos por parte de las autoridades (Pacheco, 2020).

El medio de pago de preferencia para la contribución mencionada fueron las instituciones públicas responsables de cada servicio (Empresa Eléctrica Riobamba S.A., Empresa de Agua Potable y Alcantarillado de Riobamba, GAD Municipal de Riobamba), más que las empresas privadas. Se observó una mayor preferencia hacia las planillas de luz, agua potable e impuesto predial, en su mayoría, lo que se asume es por la afinidad, costumbre y adaptación a estos medios (Pacheco, 2020). Se estima una inclinación hacia el Ministerio del Ambiente en los sectores urbano y urbano marginal como encargados de los recursos económicos supuestamente obtenidos, debido a que relacionan a esta

institución directamente como un gestor de servicios y bienes ambientales, mientras que la mayoría en el sector rural prefirieron al GAD parroquial.

Disposición a pagar (DAP).

Se obtuvo el valor de disposición a pagar (DAP), extrayendo directamente los datos obtenidos de la sección C de la encuesta, en la que se asigna directamente un rango a escoger que estaría dispuesta a contribuir la persona para la mejora y conservación de la calidad del aire. Se tomó el valor medio de cada rango propuesto en la encuesta según la respuesta y se utilizó el software Statgraphics XVII para estimar la media obteniendo los siguientes valores:

Tabla 12: Valores de DAP estimada por sector

	Norte (AME)	Centro (La Merced)	EMAPAR	UNACH	Gatazo	Media
DAP (\$x año)	0,94	0,86	0,86	0,79	0,65	0,82

Fuente: Elaboración propia.

Proyección de la disposición a pagar (DAP).

Se manipularon los datos correspondientes al número de vehículos matriculados en la Provincia de Chimborazo vs año, desde el 2008 al 2018 y se ingresaron a Statgraphics XVII. Se utilizó la función de regresión lineal utilizando un modelo exponencial:

$$f(x) = e^{\beta_0 + \beta_1 x}$$

Esto, se relacionó al modelo de crecimiento poblacional que está establecido mediante la expresión:

$$P(t) = P_0 e^{rt}$$

Mediante la aproximación al modelo exponencial, quedó la siguiente expresión, resultando una tasa de crecimiento poblacional de 9.258% (valor correspondiente a la pendiente):

$$P(t) = e^{10.1493 + 0.09258 t}$$

$$P(t) = 25573.19 e^{0.09258 t}$$

Finalmente, se obtuvieron los valores de disposición a pagar en años posteriores mediante:

$$V(t) = V_0 e^{rt}$$

Donde:

V_t = Valor promedio anual que las personas estiman pagar en el año 2019 según el sector.

V_0 = Valor que las personas estiman pagar en $t=0$ (2008)

r = Tasa de crecimiento ($r=9.258\%$).

t = Tiempo (en años)

Tabla 13: Valores de DAP proyectados hasta el año 2023

Año	Norte (AME)	Centro (La Merced)	EMAPAR	UNACH	Gatazo
2020	1,03	0,94	0,945	0,860	0,70
2021	1,13	1,04	1,036	0,946	0,76
2022	1,24	1,14	1,136	1,038	0,82
2023	1,36	1,24	1,247	1,139	0,88

Fuente: Elaboración propia.

Se estimó que para el año 2023 (año en el que termina el periodo de gestión de las autoridades actuales), la disposición a pagar promedio de los pobladores del cantón Riobamba será de \$1,173.

Comparación de la disposición a pagar (DAP) entre sectores.

Prueba F de determinación de diferencias significativas.

Se colocaron los valores intermedios de la disposición a pagar elegida por cada persona encuestada y el sector al que correspondía cada respuesta en el software Statgraphics XVII para posteriormente, establecer un análisis ANOVA que trabaja con un nivel de significancia del 5%.

Tabla 14: Análisis ANOVA para valores por sectores

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	5,59381	4	1,39845	2,51	0,0412
Intra grupos	289,989	52	0,55767		
Total	295,582	52			
(Corr.)		4			

Fuente: Elaboración propia.

La razón-F, que en este caso es igual a 2.50767, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos.

La regla es que si el valor-P de la prueba-F es mayor a 0.05 no existirían diferencias significativas entre los sectores. En este caso, se obtuvo un valor-P de 0.0412, es decir, sí existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de valores de DAP entre un sector y otro.

Prueba de Rangos Múltiples.

En la siguiente tabla se aplicó un procedimiento de comparación múltiple para establecer cuáles medias son significativamente diferentes de otras. Estos pares con diferencias significativas son Centro-Gatazo, EMAPAR-Gatazo, Gatazo-Norte.

Tabla 15: Diferencias significativas entre pares de sectores

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
CENTRO – EMAPAR		0,000757576	0,20852
CENTRO – GATAZO	*	0,209667	0,195609
CENTRO – NORTE		-0,0770833	0,225428
CENTRO – UNACH		0,0753509	0,215801
EMAPAR – GATAZO	*	0,208909	0,18416
EMAPAR – NORTE		-0,0778409	0,215568
EMAPAR – UNACH		0,0745933	0,20548
GATAZO – NORTE	*	-0,28675	0,203106
GATAZO – UNACH		-0,134316	0,192365
NORTE – UNACH		0,152434	0,222619

Nota: El asterisco (*) indica una diferencia significativa.

Fuente: Elaboración propia.

- Como se puede apreciar, el sector de Gatazo es el que tiene una mayor diferencia significativa con respecto a otros sectores. Este comportamiento puede deberse a que se trata de una zona rural y, por ende, se supondría que las personas tienden a estar dispuestas a pagar valores menores o que un menor porcentaje de su población está dispuesta a contribuir económicamente (Pacheco, 2020).

Conclusiones:

- Datos de calidad de aire de Riobamba desde el año 2015 a 2018 detallan las concentraciones promedio anuales de contaminantes criterio como son: Material Particulado, Dióxido de azufre (SO₂), Dióxido de nitrógeno (NO₂), Ozono (O₃) y Benceno (C₆H₆), se estableció una línea base de calidad del aire del Cantón, tomando como referencia la Norma Ecuatoriana de la Calidad del Aire para establecer la concentración promedio y compararla con la Norma vigente con la finalidad de establecer que en cada una de las zonas de estudio la concentración

promedio de los contaminantes se encuentran dentro de los límites permisibles y no sobrepasa la Norma. Las estaciones de monitoreo municipales se ubican en sectores con atmosferas urbanas, en el sector Norte cercano al Edificio AME, sector Centro ubicado en el mercado la Merced, urbano marginales en los sectores Sur cerca a edificio EMAPAR y sector de la UNACH, y atmosfera rural en el sector de Gatazo Zambrano, con estos datos se estableció las tres zonas de estudio (urbano, urbano marginal y rural).

- Mediante la aplicación del Método de Valoración Contingente la cual consiste en la aplicación de encuestas en cada sector de esta manera se distribuyó un numero de 150 encuestas aplicadas en la zona de estudio rural, 170 encuetas en la zona de estudio urbana y finalmente 205 encuestas en la zona de estudio urbano marginal, dando un total de 525 encuestas aplicadas en toda la zona de estudio; donde por medio de análisis estadísticos se evaluaron distintos aspectos dentro del estudio como sociales, demográficos y sobre todo el más importante la disposición a pagar esto como un aporte anual que tendría la población sobre la conservación o mejora de la calidad del aire de acuerdo a cada sector de estudio así se obtuvo una contribución de \$0.65 para el sector rural, \$0.91 para el sector urbano y \$0.82 para el sector urbano marginal, dando como resultado un promedio aproximado de aporte monetario promedio del cantón Riobamba de \$0.82.
- Considerando los datos de incremento del parque automotor se realizó un análisis estadístico de regresión exponencial con el fin de establecer un crecimiento poblacional para determinar un porcentaje con el fin de realizar una proyección de la disposición a pagar hasta el año 2023 de acuerdo con el aporte monetario obtenido en cada uno de los sectores, teniendo así un valor aproximado de una disposición a pagar de 1,17 dólares por habitante. Además, se observó una diferencia establecida por el aporte monetario de cada sector, siendo el más significativo el sector rural con un valor inferior al de los otros dos sectores de estudio.

Referencias bibliográficas:

- Alvear, I. C. (2015). Equipo elaboración del plan de desarrollo y ordenamiento territorial. 2014, 294.
- Bayas Guerrero, K. A. (2017). “Distribución espacial y multitemporal de material particulado, en los Campus Universitarios de la Unach de la ciudad de Riobamba” [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4117>
- Cocha Telenchana, L. S. (2017). Emisión de gases y su relación en la calidad del aire de la zona urbana de la Ciudad de Riobamba. <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/25806>

- Erazo, S. (2020). Valoración económica ambiental del recurso aire en el sector rural del cantón Riobamba [Proyecto de investigación]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- González, C. J. L., Ledesma, J. de L., & Martínez, L. M. N. (2016). Valoración Económica De Los Recursos Naturales De Islas Del Rosario Y San Bernardo, Colombia. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 25(3), 241-254.
- Hernández Avila, A., Valdivia Alcala, R., Romo Lozano, J. L., Hernández Ortiz, J., Cuevas Alvarado, C. M., Hernández Avila, A., Valdivia Alcala, R., Romo Lozano, J. L., Hernández Ortiz, J., & Cuevas Alvarado, C. M. (2018). Valoración económica para un mejoramiento ambiental en León, Guanajuato. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(1), 37-49. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i1.846>
- Jácome, S. (2020). Valoración económica ambiental del recurso aire en el sector urbano del cantón Riobamba [Proyecto de investigación]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Leal, J. (2010). Valorización económica del medio ambiente y los impactos ambientales. 16.
- Leyton, J. I. (2013, diciembre 2). Contaminantes Atmosféricos Primarios y secundarios y su efec. [prezi.com. https://prezi.com/7mssort-muy-/contaminantes-atmosfericos-primarios-y-sekundarios-y-su-efec/](https://prezi.com/7mssort-muy-/contaminantes-atmosfericos-primarios-y-sekundarios-y-su-efec/)
- López, P. L. (2004). POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO. *Punto Cero*, 09(08), 69-74. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Mautone, M. (2015). Valoración económica del impacto de la contaminación atmosférica y el ruido en relación al turismo. Casos prácticos, Las Palmas de Gran Canaria (España)- Montevideo (Uruguay). 141.
- Múnera, J. D. O., & Restrepo, F. C. (2004). Valoración Económica De Costos Ambientales: Marco Conceptual Y Métodos De Estimación. *Semestre Económico*, 7(13), 159-193.
- Orellana Salas, J. A., Lalvay Portilla, T. D. C., Orellana Salas, J. A., & Lalvay Portilla, T. D. C. (2018). Uso e importancia de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico. Caso Cantón Chilla, El Oro, Ecuador. *Revista interamericana*

de ambiente y turismo, 14(1), 65-79. <https://doi.org/10.4067/S0718-235X2018000100065>

Oropeza, M., et. al. (2015). Importancia Económica Y Social De Los Servicios De Los Ecosistemas: Una Revisión De La Agenda De Investigación (Economic and Social Importance of Ecosystem Services: A Review of Research Agenda) (SSRN Scholarly Paper ID 2657766). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=2657766>.

Pacheco, S. (2020). Valoración económica ambiental del recurso aire en el sector urbano marginal del cantón Riobamba [Proyecto de investigación]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Raffo, E. (2015, octubre 11). (PDF) Valoración económica ambiental: El problema del costo social [Diseño y tecnología]. Research Gate. https://www.researchgate.net/publication/307180616_Valoracion_economica_ambiental_el_problema_del_costo_social

Riera, P. (1994). Manual de Valoración Contingente, 112.

Ripka de Almeida, A., da Silva, C. L., Hernández Santoyo, A., Ripka de Almeida, A., da Silva, C. L., & Hernández Santoyo, A. (2018). Métodos de valoración económica ambiental: Instrumentos para el desarrollo de políticas ambientales. *Revista Universidad y Sociedad*, 10(4), 246-255.

Romero, M., et. al. (2006). La contaminación del aire: Su repercusión como problema de salud. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 44(2), 0-0.

Santoyo, A. H., Vilardell, M. C., Sánchez, M. A. L., & Fernández, R. C. (2013). La Ciencia Económica y el Medio Ambiente: Un aporte desde la valoración económica ambiental. 14.

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA). (2011). Norma Ecuatoriana De Calidad Del Aire (NECA).

Tomasini, D., Ortiz, U. M., Pietragalla, V., & Ferrari, C. (2004). VALORACION ECONOMICA DEL AMBIENTE. Departamento de Economía, Desarrollo y Planeamiento Agrícola., 135-162. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Parada Rivera, M. M., González García, J. C., Jácome Ampudia, S. M., Pacheco Palacios, S. M., & Erazo Chávez, S. K. (2020). Valoración Económica Ambiental del Recurso Aire en el Cantón Riobamba. *Ciencia Digital*, 4(3), 229-252. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1332>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Importancia de los servicios ecosistémicos del recurso vegetal de la parroquia San Juan, cantón Riobamba



Importance of the ecosystem services of the vegetable resource of the parish San Juan, canton Riobamba

Marcela Yolanda Brito Mancero.¹, Mary Silvana Moreta Escobar.², Alex Vinicio Gavilanes Montoya.³ & Zoila Valeria Tapia González.⁴

Recibido: 23-04-2020 / Revisado: 21-05-2020 / Aceptado: 23-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1333>

Knowing the present relationship between the benefits provided by the service of plant ecosystems with the importance and frequency of use assigned by the inhabitants allows establishing an assessment of the resource. Twenty ecosystem services distributed in: s. were identified. regulation (7), s. provisioning (6), s. support (3) and s. cultural (4) by using the methodology of the Inter-American Development Bank (IDB) which is based on the study of economic conditions and activities of the population, climatic conditions, identification of the importance of forest conservation, land and water use, current regulations, and the powers of sectional governments. 326 surveys were applied to the population, the information was processed using non-parametric tests and the inferential analytical method, determining that the population is willing to pay for conservation; variables ethnicity, gender and level of education are those that assign the values of importance and tangible ecosystem services are those that have a higher valuation.

Keywords: Rural parish, Riobamba, San Juan, ecosystem services, forest resources.

¹ Docente Investigador, Facultad de Ciencias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, mybrito@esPOCH.edu.ec

² Investigador independiente en el área ambiental, Riobamba, msilvanamoreta@yahoo.es

³ Docente Investigador, Extensión Orellana, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Puerto Francisco de Orellana, vinicio.gavilanes@esPOCH.edu.ec

⁴ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Instituto de post grado y educación continua, Riobamba, ztapia@esPOCH.edu.ec

Resumen.

El conocer la relación presente entre los beneficios que proporciona el servicio de los ecosistemas vegetales con la importancia y frecuencia de uso que le asignan los pobladores permite establecer una valoración al recurso. Se identificaron 20 servicios ecosistémicos distribuidos en: s. regulación (7), s. aprovisionamiento (6), s. soporte (3) y s. culturales (4) mediante uso de la metodología del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que se basa en el estudio de condiciones y actividades económicas de la población, condiciones climáticas, identificación de la importancia de la conservación de bosques, uso del suelo y agua, normativa vigente, y las competencias de los gobiernos seccionales. Se aplicaron 326 encuestas a la población, el procesamiento de la información se lo realizó mediante pruebas no paramétricas y el método analítico inferencial, determinando que la población está dispuesta a pagar por conservación; las variables etnia, género y nivel de educación son los que asignan los valores de importancia y los servicios ecosistémicos tangibles son los que poseen una valoración más alta.

Palabras clave: Parroquia rural, Riobamba, San Juan, servicios ecosistémicos, recursos forestales.

Introducción.

Los servicios ambientales se clasifican en: aprovisionamiento, regulación (Haines-Young & Potschin, 2013); culturales (Rengifo, Rios, Fachín, & Vargas, 2017), y de soporte (Popa & Bann, 2012). Los bienes o servicios ecosistémicos que presta la naturaleza son consumidos de forma directa, mediante la interacción entre sí, que mejoran el desarrollo y la calidad de vida de las personas (Balvanera, P., 2012).

Algunos servicios no poseen valores monetarios de mercado y se necesita tiempo para asignar valor para ellos (Izco & Burneo, 2003); la influencia que tiene las partes interesadas (Lamarque, Quétier, & Lavorel, 2011); sobre los servicios puede ser positiva o negativa (Felipe, Comín, & Escalera, 2015). Durante la identificación de los servicios ambientales requiere de un proceso interactivo y de consulta regular, estableciendo preguntas claves y concisas y definir indicadores de uso (Brown, et al., 2014).

Expresando de tal manera una necesidad de estudio para la parroquia San Juan mediante la determinación de la importancia de los servicios, la identificación de índices ecológicos y la dependencia de los mismos por los factores sociales (Lundberg & Moberg, 2003); relación población y el entorno ambiental (Nottea, et al., 2017).

Mediante la encuesta se construyó en torno a la metodología clave de: servicios derivados únicamente de los ecosistemas locales y que un flujo de servicios (uso real) colocar solo cuando dichos servicios se consumen directamente (disfrutado) por el destinatario final (Corral, 2010).

Además de conocer la importancia de la conservación de bosques y peligros que enfrentan los ecosistemas, motivos del desgaste de los recursos, afectaciones culturales (Milcu, Hanspach, Abson, & Joern, 2013); conocimiento de las entidades responsables de la protección, conservación del área protegida, importancia y frecuencia de uso de los

servicios, actividades comerciales y egresos, motivos por los cuales no estarían dispuestos a pagar (Kauyeken, 2014); y la disponibilidad de pago por la conservación de los bosques (Peixer, Giacomini, & Petrere, 2011).

Conjuntamente con el aporte investigativo permite reconocer la importancia que tienen los servicios para la economía y la sociedad (Spangenberg, Haaren, & Settele, 2014). Identifican la alta demanda de bienes y servicios vinculado al aumento poblacional (Groota, Wilson, & Boumansb, 2002), como uno de los factores de la degradación continua del ambiente, a los cuales hay que sumarle los cambios en el uso de suelo (Tsonkovaa, Quinkensteina, Böhma, Freesea, & Schaller, 2014); el cambio climático (Lamarque, Tappeiner, Turner, & Steinbacher, 2011); entre otros que influyen al acelerado daño ambiental (Oropeza, Urciaga, & Ponce, 2015).

El reconocer las prioridades sociales en cuanto a la importancia y frecuencia de uso así como la identificación de los servicios favorecerá la aplicación de acciones para su preservación (Campaña, 2015); y reparación del ambiente a 4 categorías: conservación, restauración pasiva y activa, uso sustentable; donde se pueden implementar medidas para un manejo sostenible por zona (GADP-San Juan, 2015).

El impacto directo que tendrá esta investigación será sobre los 8443 habitantes de la parroquia y el gobierno autónomo descentralizado de la localidad; quienes son los beneficiarios de estos servicios ecosistémicos, mientras que de manera indirecta serán las autoridades provinciales, sectoriales y organizaciones no gubernamentales, como parte de la planificación territorial.

Metodología.

Identificación y consulta a las partes involucradas “stakeholders” y revisión bibliográfica. Se aplicaron encuestas a los habitantes de la población y entrevistas a los líderes barriales siguiendo la recomendación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) (Herrera, Felipe, 2017). Como fuente secundaria se revisó el inventario vegetal, población zonal, sistema comunitario, culturas, sustentabilidad social y económico en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial local, cantonal y provincial (FAO, 2009).

Tabla 1: Identificación de los “*stakeholders*” de la parroquia

Partes interesadas	Partes involucradas que están trabajando en el manejo de los recursos ambientales
Juntas comunales de pueblos indígenas	Ministerio de Ambiente del Ecuador
Propietarios de bosques (propiedad privada)	Ministerio de Agricultura y Pesca
Organizaciones de productores	Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Riobamba
Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de San Juan	Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Chimborazo
Sociedad local	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
	Universidad Nacional de Chimborazo
	ECOPAR
	PROMAREN

Fuente: Gobierno Autónomo Descentralizado parroquial San Juan, 2018

El cálculo de la muestra se realizó el cálculo de n-encuestas aplicado para poblaciones finitas (Aguilar, 2005), para un universo poblacional de 2126, obteniendo 326 entrevistas a aplicarse, distribuidas de acuerdo con su densidad poblacional.

Tabla 2: Distribución de encuestas por barrios (Cabecera parroquial San Juan)

Barrio	**Promedio de integrantes (4)	Porcentaje	N° encuestas
San Francisco	352	16,6	54
San Vicente	313	14,7	48
Central	365	17,2	56
Santa Marianita	515	24,2	79
Rumipamba	581	27,3	89
TOTAL	2126	100,0	326

Fuente: Elaboración propia.

El área de aplicación se obtuvo de los valores de importancia y frecuencia de uso de los servicios, se identificó sitios en los que: los pobladores de la parroquia local son altamente dependientes de la naturaleza ya que con ella obtienen su capital de ingreso y beneficios (Affek & Kowalska, 2017).

Identificación de los servicios ecosistémicos que proporciona el recurso vegetal se realizó mediante conversatorios centrados hacia los actores principales se identificaron los servicios prestados por la vegetación distribuidos entre las categorías: aprovisionamiento, regulación, soporte y culturales.

Para el desarrollo de la encuesta se elaboraron preguntas básicas detenidamente expuestas a revisión, adaptadas a la realidad de la zona de estudio después de haber recopilado información por parte de las autoridades locales, cantonales provinciales y personas voluntarias con criterio que habitan en la parroquia.

A los encuestados se les indicó que limitaran sus consideraciones a los servicios proporcionados por los ecosistemas locales. Los servicios ecosistémicos identificados se distribuyeron por categorías en los cuales se obtuvo: 6 de aprovisionamiento, 7 de regulación, 3 de soporte y 4 culturales (Affek & Kowalska, 2017).

Para la evaluación de los servicios ecosistémicos se eligió un rango corto de calificación se aplicó una escala numérica del 1 al 5 ante los servicios enlistados ya sea por importancia o frecuencia de uso.

Tabla 3. Escala de colores para la evaluación de los servicios identificados según la importancia y la frecuencia de uso

		VALORES				
		1 - 1,99	2 - 2,99	3 - 3,99	4 - 4,99	5
*I	Poco o nada importante	Algo importante	Medianamente importante	Importante	Muy importante	
*F	Poco o nada frecuente	Algo frecuente	Medianamente frecuente	Frecuente	Muy frecuente	

*I= Importancia del servicio ecosistémico, *F= Frecuencia de uso del servicio ecosistémico

Fuente: Elaboración propia.

Para averiguar la importancia y la frecuencia del uso otorgado a los servicios provenientes de los ecosistemas se obtuvo el promedio de las respuestas emitidas por los encuestados según la escala de Likert del 1 al 5, diferenciado a la importancia del servicio con la de frecuencia de uso del servicio.

Elementos que cambiaron la percepción del ecosistema se realizó mediante el análisis estadístico desarrollado con los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas a la población, se consideró los siguientes factores (variables independientes): barrio, género, etnia y nivel de instrucción.

Tabla 4: Pruebas aplicadas en el análisis estadístico.

		Análisis	Prueba
Distribución Normal		Incluye todos los datos levantados.	Kolmogorov Smirnov
		Para el factor género	Mann Whitney
Distribución no Normal	Pruebas no paramétricas	Para los factores: barrio, nivel instructivo y etnia	Kruskal Walls
Encuestas (Conservación)		Disposición a pagar (DAP)	Chi cuadrado

Fuente: Elaboración propia.

Resultados y Discusión.

Resultados de selección de los servicios mediante las entrevistas realizadas

Para el proceso de evaluación de los servicios ecosistémicos se modificaron los términos con los que se usó en las entrevistas y encuestas por un lenguaje técnico ambiental para nuestro estudio.

Tabla 5: Resultado del proceso de entrevista hacia los usuarios con nivel de decisión

Categorías		Servicios Ecosistémicos	Calificación De Los Servicios Seleccionados (%)
Servicios de aprovisionamiento	de	Alimentación humana	100
		Alimentación animal	100
		Madera para construcción	60
		Plantas medicinales	60
		Polinización	80
		Leña	45
Servicios de regulación	de	Regulación del ciclo hidrológico	100
		Incremento de filtración	80
		Conservación de agua por los bosques	100
		Regulación del microclima	80
		Prevención de deslizamientos de tierra	80
		Prevención de inundaciones	80
Servicios de soporte		Control biológico	80
		Vegetación que ayuda a mantener los niveles de agua	100
		Ciclo de nutrientes en el suelo	100
		Residuos orgánicos que mejoran el suelo	80
Servicios culturales		Descanso, relajación	80
		Recreación	70
		Paisaje	100
		Prácticas ancestrales	50

Fuente: Elaboración propia.

En vista de los altos valores porcentuales registrados durante las entrevistas realizadas se obtuvo que la mayor parte de los servicios ecosistémicos enlistados son de suma preferencia en la parroquia San Juan, donde fueron supervisados y aprobados para realizar las evaluaciones, sin embargo, es notorio que los usuarios reconocen y valoran los beneficios ambientales prestados por la vegetación.

Los servicios que tienen un valor menor como por ejemplo la madera o los productos forestales maderables, se debe a la diferencia de criterio de las personas entrevistadas debido a que una parte lo usan como combustible y para ambientar sus casas con calor por las bajas temperaturas de la zona; pero, en otros casos se considera como un recurso que está en déficit y que no se debería usar.

Caracterización de la encuesta para el proceso de evaluación de los servicios prestados se realizó del total de muestra a encuestar dio 326 distribuidas en los 5 barrios de la cabecera parroquial (Tabla 2) y en base a este número se realizaron los análisis estadísticos, mismos

que se resumen con los factores de mayor proporción que inciden en el uso de los servicios ecosistémicos y se muestran a continuación:

Tabla 6: Resultados del análisis porcentual de los factores en estudio

Factores		Distribución porcentual
Etnia	Indígena	62,90
	Mestiza	36,20
	Blanco	9,00
Género	Femenino	48,80
	Masculino	51,20
Edad	30-45 años	31,30
	18-29 años	29,40
Nivel de instrucción	Primaria	43,30
	Secundaria	30,10
	Tercer nivel	16,60
	Cuarto nivel	9,20
Ocupación	Agricultura	45,10
	Otros (quehaceres doméstico, chofer, guardián)	21,70
	Ganadería	10,10

Fuente: Statistical Package for the Social Sciences.

Importancia y frecuencia de uso de los servicios provistos por los ecosistemas. Se fijaron 20 servicios ecosistémicos en este estudio para los análisis de forma independiente, en base a su importancia y a su frecuencia, lo que representó un total de 40 repeticiones por análisis para cada servicio.

Tabla 7: Evaluación de los servicios ecosistémicos mediante los valores medios (VM) obtenidos en el análisis estadístico de acuerdo a la IMPORTANCIA (*I) y FRECUENCIA DE USO (*F) de los mismos

EC.	VEGETAL					ACUÁTICO					VEGETAL									
SERVICIOS E.	Alimentación humana	Alimento de animales	Madera para construcción	Plantas medicinales	Polinización	Leña	Aguas superficiales	Aguas subterráneas	Conservación hídrica por los bosques	Regular el microclima	Deslizamiento de tierra	Prevención de inundaciones	Control de plagas	Mantener los niveles de agua	Ciclo de nutrientes	Residuos orgánicos que mejoran el suelo	Descanso, relajación	Recreación	Paisaje	Prácticas ancestrales
	<i>APROVISIONAMIENTO</i>					<i>REGULACIÓN</i>					<i>SOPORTE</i>					<i>CULTURAL</i>				
I*	4,79	4,40	3,32	4,34	3,81	3,87	4,09	4,06	4,42	4,08	4,19	4,22	4,07	4,41	4,45	4,50	4,51	4,20	4,64	3,32
F*	4,56	4,10	2,69	3,90	3,14	3,40	3,51	3,52	3,98	3,75	3,83	3,81	3,61	4,02	4,12	4,10	3,96	3,47	4,48	2,75

Fuente: Elaboración propia.

Se visualiza principalmente que el valor de mayor importancia que los usuarios le dan a los bienes generados por la naturaleza, son los servicios de aprovisionamiento entorno a la alimentación humana.

Los de menor valor son la madera para construcción debido a la escasez en el sector, mientras que las practicas ancestrales relacionadas a los servicios culturales tienen una importancia media, ya que, a pesar de ser una parroquia rural con predominancia del sector indígena, sus tradiciones van siendo modificadas por el mestizaje.

En cuanto a la frecuencia de uso de los servicios, los usuarios otorgaron una alta importancia en lo que respecta a la alimentación humana, esto se debe a que la actividad que más desarrollan en el sector es la agricultura y es el sustento para sus familias. Además, se calificaron con valores altos los servicios de regulación donde está el agua, ya que es el medio que permite el desarrollo de la producción agrícola.

La variación del uso de las prácticas ancestrales es un servicio que aún tiene apogeo, sin embargo, con el pasar de los años estas prácticas religiosas se irán desapareciendo por la asimilación y adaptación de otras costumbres que debilitan el fortalecimiento espiritual (Rengifo, Rios, Fachín, & Vargas, 2017).

Los servicios de regulación tienen un valor alto, ya que existe una relación cercana entre los recursos (agua-vegetación) y cierta dependencia entre ellos (Orellana & Espadas, 2008). Aquellos servicios tangibles son los que la población mayoritariamente asigna unas valoraciones más altas (Affek & Kowalska, 2017). Cabe mencionar además que los beneficios de los servicios ambientales permiten proveer y abastecer las necesidades de los usuarios (Affek & Kowalska, 2017).

Tabla 8: Dispersión de los datos (desviación estándar) en cuanto a la importancia (*I) y frecuencia (*F) de uso de los servicios ecosistémicos.

EC.	VEGETAL					ACUÁTICO					VEGETAL									
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS	Alimentación humana	Alimento de animales	Madera para construcción	Plantas medicinales	Polinización	Leña	Aguas superficiales	Aguas subterráneas	Conservación hídrica por los bosques	Regular el microclima	Deslizamiento de tierra	Prevención de inundaciones	Control de plagas	Mantener los niveles de agua	Ciclo de nutrientes	Residuos orgánicos que mejoran el suelo	Descanso, relajación	Recreación	Paisaje	Practicas ancestrales
	<i>APROVISIONAMIENTO</i>					<i>REGULACIÓN</i>					<i>SOPORTE</i>					<i>CULTURAL</i>				
I*	0,62	1,12	1,53	1,03	1,40	1,46	1,33	1,36	1,00	1,22	1,24	1,23	1,30	0,99	1,01	0,91	0,90	1,31	0,78	1,67
F*	0,89	1,33	1,49	1,25	1,50	1,53	1,49	1,52	1,25	1,26	1,34	1,35	1,43	1,21	1,15	1,18	1,18	1,46	0,95	1,61

Fuente: Elaboración propia.

Las celadas marcadas en la Tabla 8, muestran los servicios de mayor impacto que tuvieron sobre población de la parroquia. La dispersión de los datos respecto al valor promedio obtenido de la encuesta referida a la importancia de los servicios provistos por los ecosistemas tanto vegetal y acuático, por lo que, existe baja variabilidad en las respuestas de los usuarios para la alimentación humana considerada como servicio de

aprovisionamiento y al paisaje como servicio cultural. A su vez, el de mayor dispersión es la madera utilizada para construcción y en el caso de los servicios culturales son las prácticas ancestrales.

Para la frecuencia de uso ocurre lo mismo que la importancia con la diferencia que existe variabilidad en las preferencias de uso de madera como combustible (leña). Finalmente, los datos no normales ocurren por el desconocimiento del usuario acerca de los beneficios que prestan los bienes y servicios ambientales.

Resultados del análisis mediante pruebas no paramétricas de los factores que modifican la percepción en cuanto a la importancia (I) y frecuencia (F) de uso de los servicios ecosistémicos.

Se aplicaron pruebas no paramétricas para cada factor en relación a los servicios ecosistémicos, para determinar cuál de ellos depende de las condiciones sociodemográficas (etnia, género, nivel de instrucción y barrio). Si el valor obtenido es menor al 0,05 de significancia, se considera que ese servicio ecosistémico es modificado por el factor.

Tabla 9: Factores que modifican la percepción en cuanto a la importancia (I) y frecuencia (F) de uso de los servicios ecosistémicos.

CATEG.	SERVICIO ECOSISTÉMICO	ETNIA		GÉNERO		N. INSTRUCCIÓN		BARRIO	
		I	F	I	F	I	F	I	F
APROVISIONAMIENTO	Alimentación humana	0,528	0,980	0,109	0,161	0,141	0,039	0,074	0,032
	Alimentación animal	0,162	0,047	0,528	0,019	0,597	0,635	0,000	0,009
	Madera para construcción	0,354	0,668	0,329	0,411	0,180	0,203	0,000	0,002
	Plantas medicinales	0,104	0,103	0,076	0,010	0,094	0,379	0,000	0,239
	Polinización	0,063	0,402	0,438	0,548	0,205	0,554	0,032	0,007
	Leña	0,000	0,000	0,007	0,007	0,000	0,000	0,009	0,008
REGULACIÓN	Regulación del ciclo hidrológico	0,494	0,564	0,431	0,924	0,086	0,002	0,000	0,207
	Incremento de filtración	0,347	0,804	0,890	0,876	0,151	0,019	0,000	0,120
	Conservación de agua por los bosques	0,244	0,035	0,364	0,686	0,051	0,016	0,000	0,002
	Regulación del microclima	0,483	0,249	0,631	0,921	0,073	0,022	0,000	0,000
	Prevención de deslizamientos de tierra	0,018	0,003	0,465	0,786	0,130	0,181	0,003	0,136
	Prevención de inundaciones	0,488	0,133	0,054	0,155	0,369	0,247	0,000	0,008
	Control biológico de plagas	0,452	0,758	0,213	0,975	0,127	0,055	0,000	0,026
SOPORTE	Vegetación que ayuda a mantener los niveles de agua	0,137	0,512	0,587	0,604	0,251	0,001	0,004	0,014
	Ciclo de nutrientes en el suelo	0,995	0,702	0,003	0,081	0,326	0,350	0,000	0,024
	Residuos orgánicos que mejoran el suelo	0,484	0,588	0,699	0,501	0,245	0,372	0,001	0,571
CULTURAL	Descanso, relajación	0,285	0,732	0,649	0,983	0,592	0,730	0,029	0,285
	Recreación	0,091	0,428	0,002	0,000	0,023	0,002	0,001	0,000
	Paisaje	0,128	0,083	0,436	0,080	0,309	0,166	0,000	0,000
	Prácticas ancestrales	0,002	0,031	0,307	0,252	0,001	0,000	0,000	0,010

Fuente: Elaboración propia.

Los factores de mayor incidencia que modifican la percepción en torno a la importancia de los servicios ecosistémicos y su frecuencia de uso fueron: etnia, género y nivel de instrucción.

La edad cambia la percepción de la importancia de los servicios provistos (Affek & Kowalska, 2017), va además, en base a la formación educativa y al conocimiento ambiental (Allendorf & Yang, 2013); este último factor no fue considerado en este estudio.

Las variaciones que provienen de los diferentes factores analizados mediante el valor medio de frecuencia e importancia se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 10: Resultados del análisis del valor medio (VM) de la importancia y frecuencia de uso de los servicios ecosistémicos en función de los factores sociales y el factor geográfico.

FACTORES		IMPORTANCIA	FRECUENCIA
Etnia	Indígena	Alimentación humana	Alimentación humana
	Mestiza	Alimentación humana	Paisaje
	Blanco	Plantas medicinales	Plantas medicinales
Sexo	Femenino	Alimentación humana	Alimentación humana
	Masculino	Alimentación humana	Alimentación humana
Nivel de instrucción	Ninguna	Alimentación humana	Alimentación humana
	Primaria	Alimentación humana	Alimentación humana
	Secundaria	Alimentación humana	Paisaje
	Tercer nivel	Alimentación humana	Alimentación humana
Nivel de instrucción	Cuarto nivel	Aguas subterráneas Regular el microclima Deslizamiento de tierra Prevención de inundaciones Control biológico Mantener los niveles del agua Descanso Paisaje	Deslizamiento de tierra
	San Francisco	Alimentación humana	Alimentación humana
	San Vicente	Alimentación humana	Paisaje
	Central	Alimentación humana	Alimentación humana
Barrio	Santa Marianita	Alimentación humana	Alimentación humana
	Rumipamba	Paisaje	Paisaje

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 10, los servicios de mayor importancia se destacan la alimentación humana para los factores analizados, la etnia blanca reconoce la importancia de las plantas medicinales, y la población mestiza el uso frecuente del paisaje como servicio cultural.

La etnia es un factor que incide en las preferencias de servicios ambientales, por lo tanto, se debe considerar esta variable para establecer planes de desarrollo (Cuni, Pfeifer, Marchant, & Burgess, 2016). Asimismo, las prioridades de conservación pueden ser establecidas según las tendencias sociodemográficas (Graves, Pearson, & Turnera, 2017). La variable género no presenta diferencias en lo referente a labores tanto hombres como mujeres realizan actividades semejantes. Asimismo, para esta variable género se establece que el servicio ecosistémico alimentación humana en importancia y frecuencia de uso se considerado como un regulador entre el ambiente y la potencialidad del recursos (Garcia, Spence, & McGannon, 2005).

Basados en estudios realizados por (Affek & Kowalska, 2017) que indica que en determinados casos los roles realizados por el género masculino se orientan a actividades de manejo de los bosques y cultivos mientras que a la mujer se encarga el cuidado del hogar y quehaceres doméstico; se puede inferir que el análisis de este factor es variable ya que en estudios subsiguientes se observa la equidad del género que se da en algunos sectores y por ende las labores igualitarias.

La mayor cantidad de servicios favorecidos con puntuaciones altas son realizados por personas con título de cuarto nivel (Allendorf & Yang, 2013). Se debe al conocimiento en temas de conservación y desarrollo que dicha población posee. El valor medio de los servicios varía en función del factor barrio, esto es en consecuencia de que la percepción depende del pensamiento social que no es similar de un barrio a otro por la distinción de criterios, necesidades y accesibilidad.

Resultados del análisis estadístico de las preguntas vinculadas al DAP.

Tabla 11: Dependencia de la DAP con relación a las variables utilizadas

Variables independientes	Significancia	Dependencia
Género	0,176	NO
Etnia	0,159	NO
Edad	0,125	NO
Estado civil	0,494	NO
Nivel de instrucción	0,003	SI
Conservación bosque	0,874	NO
Desaparición sino se cuida	0,828	NO
Ingresos económicos	0,004	SI

Fuente: Elaboración propia.

La variable dependiente disposición a pagar (DAP) se encuentra relacionada a las variables (socio económicas) nivel de instrucción e ingresos económicos según lo establece el análisis inferencial (Moreta, 2019). Dicha dependencia se debe a la relación existente entre el índice económico y la preparación académica que éstos tengan (Peixer, Giacomini, & Petrere, 2011); el vínculo personal denominado “estado civil” también puede afectar esta variable dependiente (González & Valdivia, 2009).

Conclusiones:

- La parroquia rural de San Juan estableció para el recurso vegetación siete (7) servicios de regulación que son: regulación del ciclo hidrológico, incremento en la filtración, conservación del agua por los bosques, regulación del microclima, prevención de los deslizamientos de tierra, prevención de inundaciones y control biológico; seis (6) servicios de aprovisionamiento: alimentación humana, alimentación animal, madera para construcción, plantas medicinales, polinización y leña; cuatro (4) servicios culturales: descanso, recreación, paisaje y prácticas ancestrales y tres (3) servicios de soporte: mantener los niveles de agua, ciclo de nutrientes en el suelo, mejora del suelo; siendo los servicios ambientales más valorados tanto en importancia como en frecuencia de uso los aquellos servicios tangibles. Los factores sociodemográficos de con incidencia favorable en la valoración fueron tres (3) etnia, género y nivel de instrucción.
- Los factores nivel de instrucción y los ingresos económicos en los pobladores de la parroquia rural incidieron en la variable disposición a pagar definiendo un excedente de pago por conservación de los bosques. Para este caso particular la disposición a mantener el recurso vegetal con un manejo técnico en coordinación con las autoridades competentes, para un aprovechamiento sostenible se debe a que los participantes del estudio poseen predios forestales.

Referencias bibliográficas:

- Affek, A., & Kowalska, A. (7 de Julio de 2017). Ecosystem potentials to provide services in the view of direct users. *Ecosystem services*, 26(1), 184-185,188, 192, 193. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.06.017>
- Aguilar, S. (enero-agosto de 2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabaco*, 11(1-2), 336. Recuperado el Agosto de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Aldana, S., Vereda, F., Hidalgo-Alvarez, R., & de Vicente, J. (2016). Facile synthesis of magnetic agarose microfibers by directed selfassembly. *Polymer*, 93, 61-64.
- Allendorf, T., & Yang, J. (2013). *The role of ecosystem services in park–people relationships: The case of Gaoligongshan Nature Reserve in southwest China* (Primera ed., Vol. 167). Biological Conservation. doi:10.1016/j.biocon.2013.08.013
- Balvanera, P. (25 de Febrero de 2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Revista científica y técnica de medio ambiente - ECOSISTEMAS*, XXI(1-2), 137-138. Recuperado el 30 de Julio de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/540/54026849011.pdf>
- Bhat, S., Tripathi, A., & Kumar, A. (2010). Supermacroprous chitosan-agarose-gelatin cryogels. in vitro characterization and in vivo assesment for cartilage tissue engineering. *Journal of the Royal Society Interface*, 1-15.

- Bossis, G., Marins, J., Kuzhir, P., Volkova, O., & Zubarev, A. (2015). Functionalized microfibers for field-responsive materials and biological applications. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 1-9.
- Brown, C., Reyers, B., Ingwall-King, L., Mapendembe, A., Nel, J., O'Farrell, P., . . . Bowles-Newark, N. (2014). *Measuring ecosystem services: Guidance on developing ecosystem service indicators*. (Primera ed.). (K. Trumper, Ed.) Cambridge: United Nations Environment Programme. Recuperado el 2 de Agosto de 2018, de https://www.unep-wcmc.org/system/dataset_file_fields/files/000/000/303/original/1850_ESI_Guidance_A4_WEB.pdf?1424707843
- Campaña, F. (2015). La Importancia y el Rol de la Valoración Económica de los Servicios Ambientales para las Negociaciones de Cambio Cl Valoración Económica de Servicios Ambientales de Fijación de C en los Bosques de San Francisco de Borja, Napo-Ecuador. *Tesis*, 8. Quito: Universidad Andina Simón Bolívar. Obtenido de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/4734/1/T1752-MRI-Campa%C3%B1a-La%20importancia.pdf>
- Corral, Y. (Julio-Diciembre de 2010). Diseño de cuestionarios para la recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación*, 20(36), 156-161. Recuperado el 8 de Agosto de 2018, de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/n36/art08.pdf>
- Cortés, J., Puig, J., Morales, J., & Mendizábal, E. (2011). Hidrogeles nanoestructurados termosensibles sintetizados mediante polimerización en microemulsión inversa. *Revista Mexicana de Ingeniería Química.*, 10(3), 513-520.
- Cuni, A., Pfeifer, M., Marchant, R., & Burgess, N. (2016). Ethnic and locational differences in ecosystem service values: Insights from the communities in forest islands in the desert. *Ecosystem Services*, 19(1), 43-48. doi:10.1016/j.ecoser.2016.04.004
- Dias, A., Hussain, A., Marcos, A., & Roque, A. (2011). A biotechnological perspective on the application of iron oxide magnetic colloids modified with polysaccharides. *Biotechnology Advances* 29, 29, 142-155.
- Estrada Guerrero, R., Lemus Torres, D., Mendoza Anaya, D., & Rodriguez Lugo, V. (2010). Hidrogeles poliméricos potencialmente aplicables en Agricultura. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 12(2), 76-87.
- FAO. (2009). *Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales- Manual para la recolección integrada de datos de campo* (Tercera ed.). Roma: NFMA 37/S. Recuperado el 8 de Agosto de 2018, de <http://www.fao.org/docrep/016/ap152s/ap152s.pdf>
- Felipe, M., Comín, F., & Escalera, J. (Mayo de 2015). A framework for the social valuation of ecosystem services. *Ambio*, XLIV(4), 308-318. doi:10.1007/s13280-014-0555-2

- GADP-San Juan. (2015). *Actualización Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia San Juan* (primera ed.). (G.-S. JUAN, Ed.) Riobamba, Chimborazo, Ecuador: “Centro de Estudios Para la Gestión Pública” CEGESPU. Recuperado el 25 de Septiembre de 2018, de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0660823500001_ACTUALIZACI%C3%92N%20PDYOT%20SAN%20JUAN%202015-2019_30-10-2015_22-28-53.pdf
- García, E., Spence, J., & McGannon, K. (13 de Septiembre de 2005). Gender differences in perceived environmental correlates of physical activity. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, *II*(12), 8-9. doi:10.1186/1479-5868-2-12
- García-Cerda, L., Rodríguez-Fernández, O., Betancourt-Galindo, R., Saldívar-Guerrero, R., & Torres-Torres, M. (2003). Síntesis y propiedades de ferrofluidos de magnetita. *Superficies y Vacío.*, *16*(1), 28-31.
- González, P., & Valdivia, R. (2009). Valoración económica de servicios ambientales percibidos en Guanajuato y Silao. *Revista Mexicana de Economía Agrícola y de los Recursos Naturales*, *II*(3), 163-177.
- Graves, R., Pearson, S., & Turnera, M. (4 de Abril de 2017). Species richness alone does not predict cultural ecosystem service value. *Species richness alone does not predict cultural ecosystem service value*, *114*(14), 3774–3779. doi:10.1073/pnas.1701370114
- Groota, R., Wilson, M., & Boumansb, R. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics*, *41*(3), 393-408. doi:[https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- Haines-Young, R., & Potschin, M. (2013). *Report to the European Environment Agency. Common International Classification of Ecosystem services*. Nottingham: Centre for Environmental Management, University of Nottingham, UK. Recuperado el 31 de Julio de 2018, de https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2012/07/CICES-V43_Revised-Final_Report_29012013.pdf
- Herrera, Felipe. (2017). *Consulta Significativa con las Partes Interesadas: Series del BID sobre riesgo y oportunidad ambiental* y (Primera ed.). Washington: Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado el 30 de Agosto de 2018, de <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/8454/Consulta-significativa-con-las-partes-interesadas.PDF?sequence=4&isAllowed=y>
- Ilg, P. (2013). Stimuli-responsive hydrogels cross-linked by magnetic nanoparticles. *Soft Matter*, *9*, 3465-3468.
- Izco, X., & Burneo, D. (2003). Herramientas para la valoración y manejo forestal sostenible de bosques sudamericanos. En M. Andelman, & J. García (Edits.), *Unión Mundial para la Naturaleza* (Primera ed., págs. 3,15,17,19, 20, 24). Quito, Pinchincha, Ecuador: Publicado por UICN, Oficina Regional para

América del Sur. Recuperado el 29 de Julio de 2018, de
<http://cebem.org/cmsfiles/publicaciones/herramientasdevaloracion.pdf>

Kauyeken. (2014). *CONOCIMIENTO SOBRE BIODIVERSIDAD: ANÁLISIS EXPLORATORIO*. Santiago de Chile: Creación de un Sistema Nacional Integral de Áreas Protegidas para Chile: Estructura Financiera. Recuperado el 4 de Agosto de 2018, de
http://bdrnap.mma.gob.cl/recursos/privados/Recursos/CNAP/GEF-SNAP/Kauyeken_2013.pdf

Lamarque, P., Quétier, F., & Lavorel, S. (2011). Implications de la diversité des définitions du concept de service des écosystèmes pour leur quantification et pour son application à la gestion. *Comptes Rendus Biologies*, 334(5-6), 441-449. doi:<https://doi.org/10.1016/j.crv.2010.11.007>

Lamarque, P., Tappeiner, U., Turner, C., & Steinbacher, M. (2011). Stakeholder perceptions of grassland ecosystem services in relation to knowledge on soil fertility and biodiversity. *Regional Environmental Change*, 11(4), 791-804. doi:10.1007/s10113-011-0214-0

Lewitus, D., Branch, J., Smith, K., Callegari, G., Kohn, J., & Neimark, A. (2011). Biohybrid carbon nanotube/agarose fibers for neural tissue engineering. *Advanced Functional Materials*, 21, 2624-2632.

Lin, Y.-S., Huang, K.-S., Yang, C.-H., Wang, C.-Y., Yang, Y.-S., Hsu, H.-C., . . . Tsai, C.-W. (2012). Microfluidic synthesis of microfibers for magnetic-responsive controlled drug release and cell culture. *PLoS ONE*, 7(3), 1-8.

Lundberg, J., & Moberg, F. (2003). Mobile Link Organisms and Ecosystem Functioning: Implications for Ecosystem Resilience and Management. *Ecosystems*, 6(1), 0087-0098. doi:<https://doi.org/10.1007/s10021-002-0150-4>

Martínez, R., Viguera, B., Donatti, C., Harvey, C., & Alpízar, F. (2017). *La importancia de los servicios ecosistémicos para la agricultura* (3 ed.). Turrialba: Costa Rica. Obtenido de
https://www.conservation.org/publications/Documents/cascade_Modulo-3-La-importancia-de-los-servicios-ecosistemicos-para-la-agricultura.pdf

Milcu, A., Hanspach, J., Abson, D., & Joern, F. (2013). Cultural Ecosystem Services: A Literature Review and Prospects for Future Research. *Ecology and Society*, 18(3), 5-7. Obtenido de
https://www.ecologyandsociety.org/vol18/iss3/art44/#ms_abstract

Moreta, M. (2019). Servicios Ecosistemicos del recurso vegetal en la parroquia San Juan. *SECTEI*.

Nottea, A., Amato, D. M., Paracchini, M., Liquetea, C., Egohd, B., & Genelettif, D. (2017). Ecosystem services classification: A systems ecology perspective of the cascade framework. *Ecological Indicators*, 74, 392-402. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.11.030>

- Orellana, R., & Espadas, C. (2008). El papel de la cubierta vegetal en la conservación del agua en la península de Yucatán. En J. Zabala, & U. a. Yucatán (Ed.), *El manejo del agua a través del tiempo en la península de Yucatán* (Primera ed., págs. 161-169). Tizimín, Mexico: SEDUMA. Recuperado el 4 de Septiembre de 2018, de <http://www.seduma.yucatan.gob.mx/libro-agua-py/capitulo6.pdf>
- Oropeza, M., Urciaga, J., & Ponce, G. (2015). Importancia Económica Y Social De Los Servicios De Los Ecosistemas: Una Revisión De La Agenda De Investigación (Economic and Social Importance of Ecosystem Services: A Review of Research Agenda). *Revista Global de Negocios*, 3(2), 103, 105-108. Recuperado el 2018 de Julio de 2018, de https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2657766
- Peixer, J., Giacomini, H., & Petreire, M. (March de 30 de 2011). Economic valuation of the Emas waterfall, Mogi-Guaçu River, SP, Brazil. *Biological Sciences*, 83(4), 1287-1301. Recuperado el 8 de Septiembre de 2018, de <http://www.scielo.br/pdf/aabc/v83n4/15.pdf>
- Popa, B., & Bann, C. (2012). *An Assessment of the Contribution of Ecosystems in Protected Areas to Sector Growth and Human Well Being in Romania : Improving the Financial Sustainability of the Carpathian System of Protected Areas (PAs)* (Primera ed.). Rumania: Rumania. Recuperado el 1 de Agosto de 2018
- Rengifo, E., Rios, S., Fachín, L., & Vargas, G. (2017). Saberes ancestrales sobre el uso de flora y fauna en la comunidad indígena Tikuna de Cushillo Cocha, zona fronteriza Perú-Colombia-Brasil. *Revista peruana de biología*, XXIV(1), 77. doi: <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v24i1.13108>
- Ruiz Estrada, G. (2004). *Desarrollo de un Sistema de liberación de fármacos basado en nanopartículas magnéticas recubiertas con Polietilenglicol para el tratamiento de diferentes enfermedades*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Física Aplicada.
- Song , J., King, S., Yoon , S., Cho, D., & Jeong, Y. (2014). Enhanced spinnability of carbon nanotube fibers by surfactant addition. *Fibres and Polymers*, 15(4), 762-766.
- Spangenberg, J., Haaren, C., & Settele, J. (2014). The ecosystem service cascade: Further developing the metaphor. Integrating societal processes to accommodate social processes and planning, and the case of bioenergy. *Ecological Economics*, 104(1), 22-32. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.04.025>
- Tartaj, P., Morales, M., González-Carreño, T., Veintemillas-Verdaguer, S., & Serna, C. (2005). Advances in magnetic nanoparticles for biotechnology applications. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 290, 28-34.
- Tsonkovaa, P., Quinkensteina, A., Böhma, C., Freesea, D., & Schaller, E. (2014). Ecosystem services assessment tool for agroforestry (ESAT-A): An approach to assess selected ecosystem services provided by alley cropping systems. *Ecological Indicators*, 45(1), 285.

- Wulff-Pérez , M., Martín-Rodríguez, A., Gálvez-Ruiz, M., & de Vicente, J. (2013).
The effect of polymer surfactant on the rheological properties of nanoemulsions.
Colloid and Polymer Science, 291, 709–716.
- Zamora Mora, V., Soares, P., Echeverria, C., Hernández , R., & Mijangos, C. (2015).
Composite chitosan/Agarose ferrogels for potential applications in magnetic
hyperthermia. *Gels.*, 1, 69-80.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Brito Mancero, M. Y., Moreta Escobar, M. S., Alex Vinicio, A. V., & Tapia González, Z. V. (2020). Importancia de los servicios ecosistémicos del recurso vegetal de la parroquia San Juan, cantón Riobamba. *Ciencia Digital*, 4(3), 253-270. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1333>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Eficiencia socio ambiental de la reacción fenton en el tratamiento de lixiviados



*Socio-environmental efficiency of the Fenton reaction in the treatment of
leachate*

José Gerardo León Chimbolema.¹, Sofía Carolina Godoy Ponce.² & Mayra Alexandra
Guevara Villegas.³

Recibido: 24-04-2020 / Revisado: 22-05-2020 / Aceptado: 24-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1334>

The research work focused on determining the conditions of socio-environmental efficiency of the Fenton process for the treatment of leachates from a landfill. The cost-benefit assessment of social and environmental variables of the treatment in winter and summer time has been carried out through the analysis of externalities and a strategic diagnosis defined by the area of direct influence and the chemical physical quality of the leachate to from the concentrations of ferrous sulfate, hydrogen peroxide, pH, optimal dose with jug test, turbidity and color. When the sanitary landfill was cataloged as a young landfill, from the results generated there were parameters with high concentrations, so the treatment process required optimal conditions of 400 mg / L for hydrogen peroxide, 1000 mg / L for ferrous sulfate and a pH of 3, values that generated an efficiency of 85% for biochemical oxygen demand, 73% for chemical oxygen demand, 91.0% turbidity and 33.3% alkalinity. These last parameters were indicators that the process represents a high socio-environmental cost - benefit for the sector under study.

Keywords: fenton, leached, socio-environmental efficiency, cost-benefit, treatment.

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador.
gerardo.leon@esPOCH.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador.
sofia.godoy@esPOCH.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador.
mvillegas@esPOCH.edu.ec

Resumen.

El trabajo de investigación se centró en la determinación de las condiciones de eficiencia socio ambiental del proceso Fenton para el tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario. Se ha llevado a cabo la valoración costo-beneficio de variables sociales y ambientales del tratamiento en época de invierno y verano a través del análisis de externalidades y de un diagnóstico estratégico definido por el área de influencia directa y de la calidad físico química del lixiviado a partir de las concentraciones de sulfato ferroso, peróxido de hidrógeno, pH, dosis óptima con prueba de jarras, turbidez y color. Al ser catalogado el relleno sanitario como un relleno joven, de los resultados generados existieron parámetros con concentraciones altas, por lo que el proceso de tratamiento requirió de condiciones óptimas de 400 mg/L para peróxido de hidrógeno, 1000 mg/L para sulfato ferroso y un pH de 3, valores que generaron una eficiencia de 85 % para la demanda bioquímica de oxígeno, 73 % para la demanda química de oxígeno, 91,0 % de turbidez y 33,3 % de alcalinidad. Estos últimos parámetros fueron indicadores de que el proceso representa un costo – beneficio socio ambiental alto para el sector objeto de estudio.

Palabras claves: fenton, lixiviado, eficiencia socio ambiental, costo-beneficio, tratamiento.

Introducción.

El incremento de la producción de desechos sólidos industriales, agrícolas y domésticos trae consigo consecuencias de carácter socio ambientales que requieren la acción efectiva de tratamientos tecnológicos sostenibles. El lugar de disposición final de los residuos sólidos lo constituyen en la mayoría de los casos los rellenos sanitarios, lugar representativo de depósito de lixiviados y de concentración contaminante a efecto de acumulación de los residuos sólidos (Basanta, García Delgado, Cervantes Martínez, Mata Vázquez, & Bustos Vázquez, 2007).

Mecanismos implicados para la gestión apropiada de residuos sólidos urbanos involucran su tratamiento y disposición final, para ello se efectúa una valoración de sus impactos ambientales significativos relacionados con los gases de vertedero y lixiviados generados (Pellón Arrechea, López Torres, Espinoza Llórens, & González Díaz, 2015).

Los indicadores ambientales y económicos de los sistemas de gestión ambiental de residuos se basan en el análisis y costeo del ciclo de vida. La evaluación de impactos ambientales en el análisis costo beneficio socio ambiental en América Latina actualmente considera aspectos de procesos primarios de producción y reciclaje. El análisis económico incluye costos operativos y de inversión a los costos de las externalidades ambientales, permitiendo así el análisis de los costos totales para la sociedad (Paes, y otros, 2020)

Los lixiviados son considerados líquidos en contacto con los desechos de rellenos sanitarios y el agua. Son los líquidos percolados que se forman como resultado de la biodegradación, arrastre y filtración de la materia orgánica e inorgánica (Sáez & Urdaneta , 2014). El lixiviado presenta una composición variable y de elevada toxicidad, por lo que no es posible comparar resultados con otro, esto implica que debe ser caracterizado y evaluado de manera independiente (Sáez & Urdaneta , 2014). Los lixiviados contienen altas concentraciones de Carbono Orgánico Total (COT), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y Demanda química de Oxígeno (DQO), indicadores de la presencia de compuestos orgánicos y sustancias inorgánicas, elevados sólidos totales y disueltos, entre otros. Esta composición depende de la composición de los desechos y de su estabilización (Borzacconi et al., 1996).

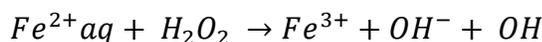
Los tratamientos convencionales de lixiviados conllevan un alto costo de construcción, operación y mantenimiento, sin embargo, los resultados de remoción de carga contaminante en muchos casos son deficientes, por este motivo se han diseñado métodos alternativos de depuración de bajo costo y efectivos como es el caso de la tecnología fenton (Guevara , Guanoluisa, & de la Torre, 2014). El tratamiento de los lixiviados se ha convertido así en uno de los conflictos más relevantes y desafiantes de los rellenos sanitarios y las aguas residuales, que motiva a las organizaciones a considerar tecnologías existentes en el país, económicamente viables y de impacto significativo para la sociedad ecuatoriana (Guevara , Guanoluisa, & de la Torre, 2014).

Los contaminantes presentes en los lixiviados varían con el tiempo, y no sería posible su tratamiento aplicando un único proceso tecnológico. Los lixiviados jóvenes presentan la relación (DBO_5/DBO) mayores a 0.4, lo que implica alta aplicabilidad para tratamientos biológicos, sin embargo en lixiviados de rellenos viejos, estos tratamientos son de baja aplicabilidad (Robles, 2005). Al transcurrir el tiempo la composición va cambiando y la fracción biodegradable disminuye a una relación (DBO_5/DBO) como resultado de la descomposición a sustancias estables como metano (Lau et al., 2001).

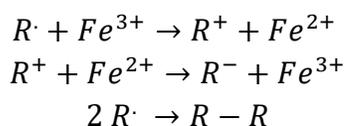
No todos los compuestos orgánicos son biodegradables, sino, sólo aquellos de bajo peso molecular. Los que no son biodegradables presentan una eficiencia limitada frente a tratamientos de tipo biológico (Yoo et al., 2001). Por su naturaleza requiere uso de procesos alternos a la biodegradación. Según (Vilar, 2015), se estima que por cada tonelada de residuos sólidos se genera 0.2 m^3 de lixiviados y una vez clausurados, la generación de lixiviados puede seguir por más de 50 años.

Dentro de Procesos de Oxidación Avanzada (POA), se encuentra la oxidación Fenton como alternativa viable como pre o post tratamiento biológico (Hermosilla et al., 2009; Oller et al., 2011). Este proceso se sustenta en oxidación química por la formación de radicales libres ($*OH$) que tienen alto potencial de reducción (Isarain Chávez, 2010).

A fines del siglo XIX estudios demostraron que la solución de sales ferrosas y de peróxido de hidrógeno era capaz de oxidar compuestos orgánicos (Chevez, 1975), más tarde (Tang & Tassos, 1997) sugirieron que se forma radicales (*OH) mediante la siguiente reacción:



Estos radicales pueden oxidar a la materia orgánica produciendo radicales orgánicos que pueden ser oxidados por Fe^{3+} con la reacción que se indica (Pignatello, 1992).



El proceso Fenton con base en estudios demuestra que es efectivo para degradar una serie de compuestos que no se degradan por métodos convencionales de tratamiento (Bigda, 1995; Primo, 2008). También existen estudios que ha reducido exitosamente la DQO de aguas residuales municipales y en el tratamiento de lixiviados.

En la actualidad existen una serie de estudios sobre la eficiencia del reactivo Fenton en la remoción de contaminantes presentes en los lixiviados de rellenos sanitarios de distintos países. La principal ventaja de tratamiento por proceso Fenton es que sus componentes son de manipulación simple, económicos y ambientalmente benignos (Kavitha & Palanivelu, 2003).

En el relleno sanitario de la ciudad de Mérida, Yucatán, se realizaron estudios de tratamiento de lixiviado por Fenton donde el tiempo óptimo fue 20 minutos con concentración de Fe^{2+} de 1000 mg/L y de 600 mg/L de H_2O_2 con una remoción de 78 % de DQO (Méndez et al., 2010). Similarmente se realizó el estudio fenton en la disposición final de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México lográndose una eficiencia de remoción de DQO en 67 %, también se ha realizado el tratamiento de lixiviado del antiguo relleno sanitario “La reserva” por proceso fenton en León, Guanajuato, removiéndose la DQO en 75.3 % (Mireles & Páramo, 2017).

En Perú se realizó el estudio de optimización de tratamiento fenton en lixiviados de rellenos sanitarios en el que se utilizaron sistemas de jarras con agitación y la metodología de superficies de respuesta, donde se determinó que este sistema puede ser empleado como post-tratamiento logrando eliminar el 42 % de DQO (Medina et al., 2012, 2016; Medina Valderrama et al., 2018). En el relleno sanitario de Cantón Mejía-Quito Ecuador se realizó el estudio de lixiviado por oxidación fenton en la cual logró una eficiencia de 90 % de DQO. En la ciudad de Ambato quebrada Chazinato, se realizó el estudio de tratamiento de una mezcla de agua residual doméstica con el lixiviado por el método Fenton modificado,

obteniendo un rendimiento de DQO de 44.4 % (Sánchez & García Gualoto, 2018). No existen más estudios en el país relacionado al tema en referencia.

El objetivo de este trabajo fue determinar la eficiencia del proceso fenton en el tratamiento de lixiviados del relleno sanitario “Porlón” de la ciudad de Riobamba-Ecuador.

Metodología.

El estudio socioeconómico requirió de una valoración costo-beneficio a partir de variables sociales y ambientales del tratamiento tanto en época de invierno y verano acompañado del análisis de externalidades (causa-efecto) y de un diagnóstico estratégico definido por el área de influencia directa y de la calidad físicoquímica del lixiviado a partir de las concentraciones de sulfato ferroso, peróxido de hidrógeno, pH, dosis óptima con prueba de jarras, turbidez y color. Se sustentó en la evaluación del grado de aceptabilidad del proceso por parte de la comunidad que se determinó con base en la aplicación de estrategias sociales de campo como encuestas, entrevistas y grupos focales.

Se realizaron muestreos compuestos durante 6 horas consecutivas desde el efluente de lixiviado del relleno sanitario de Porlón en la ciudad de Riobamba. Se realizaron valoraciones socioeconómicas y a la muestra se la caracterizó a través de pruebas físico-químicas: pH, Sólidos Totales Disueltos (STD), Conductividad, Alcalinidad, Turbiedad, Color, DBO₅, DQO y tensoactivos empleando las técnicas establecidas en el Standard Methods (APHA-AWWA-WPCF, 2017).

Para determinar la dosis aproximada de hierro se preparó una solución patrón de sulfato ferroso utilizando 1000 mL de lixiviado al que colocado en el equipo de prueba de jarras a 100 rpm se le adicionó gradualmente el volumen de la disolución patrón de hierro hasta que se formaron pequeños flóculos, a éste valor se consideró como una dosis aproximada de hierro. El pH óptimo comprendió valores entre 2 y 4 a partir de ácido sulfúrico concentrado al 97 % w/w. Para encontrar la dosis óptima de hierro se varió su concentración alrededor de valor de dosis aproximada, éste fue mezclado a 100 rpm durante 1 minuto, con una velocidad modificada a 30 rpm por 12 minutos para finalmente permanecer en reposo durante 30 minutos más (Méndez, García, Castillo, & Sauri, 2010).

La concentración óptima de peróxido de hidrógeno se determinó variándola desde 200 mg/L hasta 800 mg/L y mezclándola con la dosis de hierro. La mezcla fue agitada a 100 rpm durante 1 minuto, la velocidad de agitación se modificó a 30 rpm por el lapso de 12 minutos y un tiempo de en reposo de 30 minutos. A partir del mencionado proceso se determinó la turbidez, color y las condiciones óptimas del reactivo fenton, variando el pH a concentración óptima y parámetros extremos.

Para determinar la eficiencia del proceso se realizaron pruebas con los parámetros fenton obtenidos por triplicado con su respectiva caracterización antes y después del tratamiento.

Resultados.

El método empleado trae consigo ventajas comparativas en relación al componente económico: ahorro respecto a procesos convencionales, relacionadas a un diseño simple, componente ambiental: proceso que incentiva el máximo aprovechamiento de los recursos naturales y que no genera compuestos estables residuales perjudiciales para la comunidad, componente social: proyecto de innovación, dentro del marco de la investigación se emplearon tecnologías y metodologías relativamente nuevas que exploraron la capacidad local con el uso de materiales de trabajo de fácil acceso y manejo en el mercado.

En la tabla 1, se presenta resultados de la caracterización de lixiviado en 2 épocas climáticas (invierno y verano) con los parámetros más importantes.

En la tabla 2, se indica los valores de tratamiento realizado y obtenidos como turbidez y remoción de color con sus distintas combinaciones de acuerdo a la metodología planteada.

En la tabla 3, muestra el comportamiento del pH a la variación del reactivo fenton, la tabla 4 presenta la eficiencia del proceso bajo condiciones óptimas encontradas en el laboratorio.

De acuerdo a los resultados de la tabla 1, el pH se encontró en medio básico y no existió variabilidad en las épocas del año, estudios realizados en Estados Unidos y Noruega, reportaron valores de pH entre 5,4 y 7 (Słomczyńska & Słomczyński, 2004), el valor de pH obtenido se debió al tipo de cobertura empleada en el relleno sanitario (Méndez et al., 2010).

La DBO₅ representó valores altos tanto en invierno como en verano, 16200 mg/L y 27000 mg/L respectivamente lo que constituyó en un indicador de alto contenido de compuestos orgánicos en la fase de acidogénesis entre 2 y 15 años de operación.

Cuando el tiempo de operación es mayor a 15 años las concentraciones de éstos parámetros fueron bajas (Słomczyńska & Słomczyński, 2004)(Méndez et al., 2004), y al comparar los resultados entre las dos épocas del año se definieron diferencias marcadas con base en una inapropiada impermeabilización del relleno sanitario, provocando el aumento de aguas lluvia durante el escurrimiento del lixiviado con efecto de dilución (Espinosa et al., 2010).

La relación DBO₅/DQO, indicó que la muestra fue muy biodegradable.

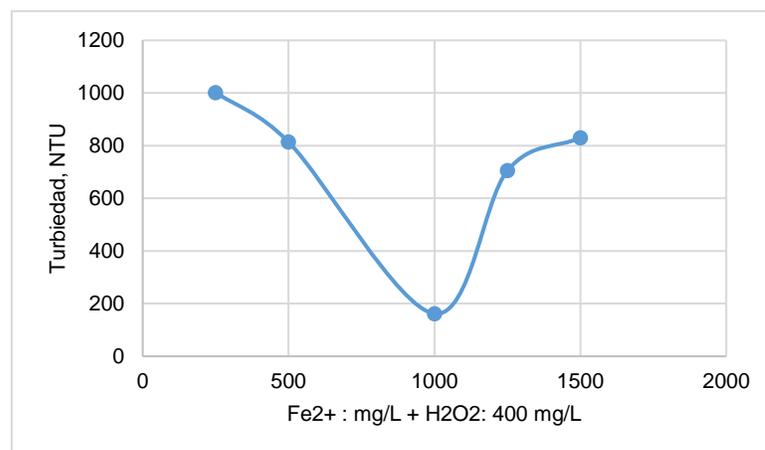
Tabla 1. Caracterización de lixiviados generados en el relleno sanitario Porlón de la ciudad de Riobamba

Parámetros	Unidad	Invierno				Verano			
		Mínimo	Promedio	Máximo	Desviación	Mínimo	Promedio	Máximo	Desviación
pH	---	8,2	8,3	8,4	0,0817	8,2	8,3	8,4	0,0846
STD	mg/L	5148	5150	5151	1,2645	8099	8100	8104	2,1723
Conductividad	ms/cm	9.1	9.3	9.5	0,1643	11,8	12,4	13,4	0,6735
Alcalinidad	mg/L	545	550	553	3,3043	298	300	308	4,3541
Turbidez	NTU	1198	1200	1204	2,4837	1815	1820	1825	2,7632
Color	Pt-Co	24048	24050	24053	2,0745	31097	31100	31103	2,4692
DBO5	mg/L	16198	16200	16210	3,986	26998	27000	27002	1,7632
DQO	mg/L	20499	20500	20510	3,8746	26095	26100	26106	4,5823
Tensoactivos	mg/L	---	---	---	---	2,5	2,7	2,9	0,0173

Fuente: Elaboración propia.

El color fue uno de los parámetros característico de los lixiviados que en verano resultó ser mayor que en invierno, ratificando el efecto de dilución por precipitación, valores de color menor a 7000 mg/L en época de lluvia corresponden a un lixiviado viejo (Espinosa et al., 2010). La cantidad de dosis óptima para hierro correspondió a la concentración de 1000 mg/L en que se determinó una menor cantidad de turbidez y una alta remoción de color (87,0 %), tal como se indica en las figuras 1 y 2. Al variar la concentración de peróxido de hidrógeno y concentración constante de sulfato ferroso, se observó que a 400 mg/L de H₂O₂ menos valor de turbidez (90,8 %) y color (86,7 %) presentan las muestras, resultados que se visualizan en las figuras 3 y 4.

Figura 1. Dosis óptima de Fe²⁺ al mantener peróxido constante



Fuente: Elaboración propia.

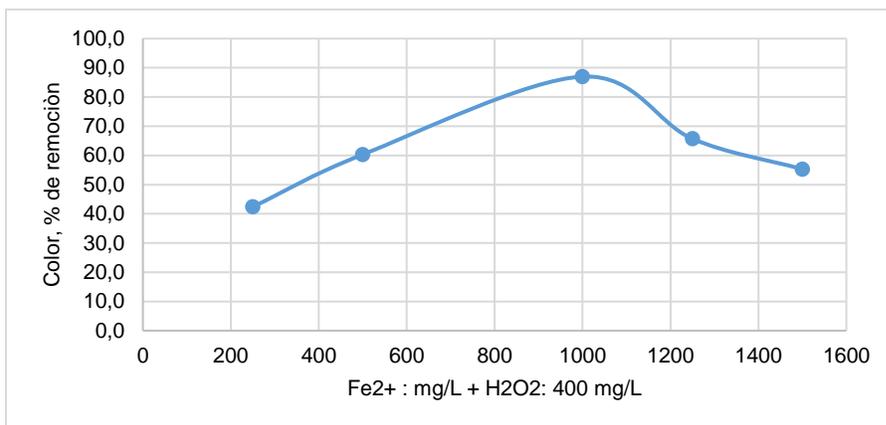
Tabla 2. Porcentaje de remoción de turbiedad y color en el tratamiento Fenton

Dosis H ₂ O ₂ (mg/L)	Dosis Fe ²⁺ (mg/L)	pH	Turbiedad		Color	
			NTU	Remoción (%)	Pt-Co	Remoción (%)
400	250	2	1721	5,0	25346	18,0
400	500	2	1667	8,0	24728	20,0
400	1000	2	1540	15,0	23800	23,0
400	1250	2	1644	9,3	23400	24,3
400	250	3	1002	44,5	17456	42,4
400	500	3	814	54,9	12032	60,3
400	1000	3	162	91,0	3940	87,0
400	1250	3	705	60,9	10395	65,7
400	1500	3	830	78,7	13547	55,3
400	250	4	1366	25,0	19127	38,0
400	500	4	1129	38,0	16044	48,0
400	1000	4	1020	44,0	14500	53,0
400	1250	4	1184	35,0	16654	46,0
400	1500	4	1311	28,0	19750	36,0
200	1000	2	1641	4,0	25278	18,1
400	1000	2	1538	10,0	23797	22,8
600	1000	2	1572	8,0	23704	23,2
800	1000	2	1624	5,0	23426	24,1
200	1000	3	609	65,5	15238	48,3
400	1000	3	161	90,8	3920	86,7
600	1000	3	448	74,6	11878	59,7
800	1000	3	557	68,4	16329	44,6
200	1000	4	1315	27,0	18923	38,4
400	1000	4	1012	43,8	14510	52,8
600	1000	4	1225	32,0	15514	49,5
800	1000	4	1441	20,0	18770	38,9

Fuente: Elaboración propia.

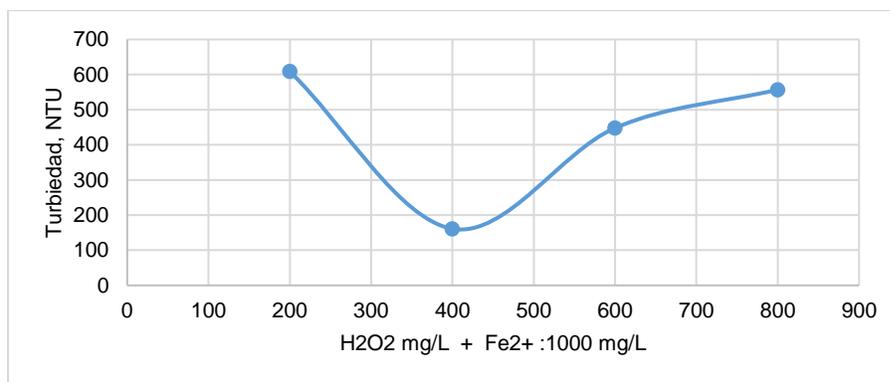
Según los datos de la tabla 3 y figura 4 se observó que a pH =3 se mantiene la mejor eficiencia de remoción de turbidez y color, lo que indica que el pH no varía al modificar la concentración del reactivo fenton, también se observó que la mezcla de 600 mg/L de peróxido y 1250 mg/L de hierro da buenos resultados. Sin embargo (Rivas et al., 2004), reporta que la condición óptima de pH es de 3.5, lo que denota la gran dependencia de la composición de lixiviado en estudio. La variación de pH afecta en la velocidad de reacción (Rubio et al., 2014)

Figura 2. Eficiencia en remoción de color con variación de Fe^{2+}



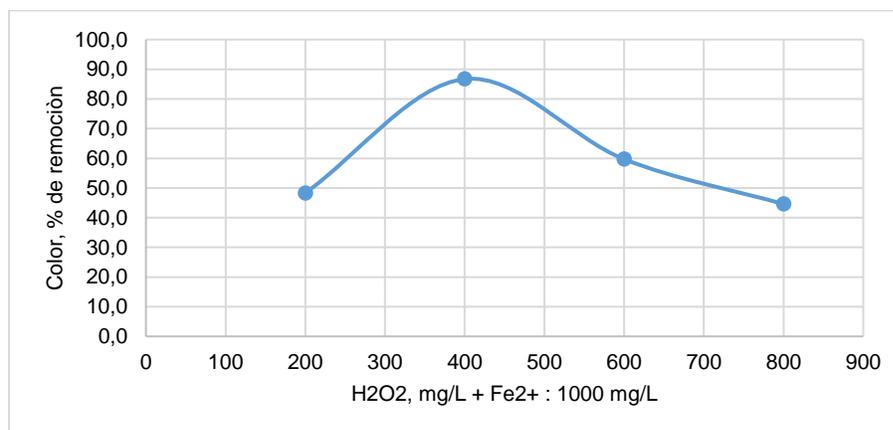
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Dosis óptima de H_2O_2 al mantener hierro constante



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Eficiencia en remoción de color con variación de H_2O_2



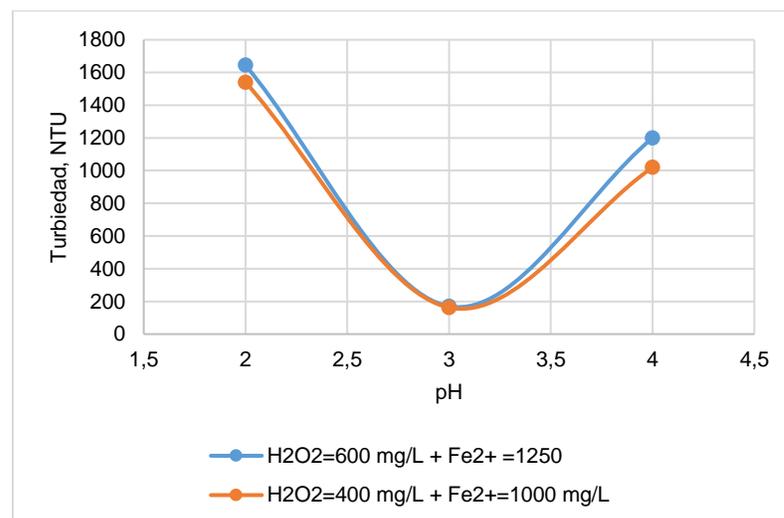
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Análisis de pH en condiciones distintas del reactivo fenton

pH	H ₂ O ₂ mg/L	Fe ²⁺ mg/L	Turbiedad, NTU	% Removido Turbiedad	Color Pt-Co	% Removido color
2	600	1250	1644	10,1	23400	25,1
3	600	1250	170	90,6	4120	85,9
4	600	1250	1200	67,2	10800	65,1
2	400	1000	1540	14,2	23800	23,1
3	400	1000	162	90,9	3940	86,8
4	400	1000	1020	43,7	14500	52,7

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. Variación de pH a dos reactivos Fenton



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Eficiencia del tratamiento Fenton en eliminación de contaminantes de lixiviados

Parámetros	Unidad	Verano			Invierno		
		inicial	Final	Eficiencia, %	Inicial	Final	Eficiencia, %
pH	---	8.5	3	---	8.3	3	---
STD	g/L	8.1	2	75,3	5150	1180	77,1
Conductividad	ms/cm	14.3	4	72,0	9.3	2.6	72,0
Alcalinidad	mg/L	300	200	33,3	550	350	36,4
Turbidez	NTU	1820	162	91,0	1200	150	87,5
Color	pt Co	31100	3940	87,3	24050	3700	84,6

DBO ₅	mg/L	27000	4050	85,0	16200	2200	86,4
DQO	mg/L	26100	7050	73,0	20500	5350	73,9
Tensoactivos	mg/L	2.73	1.35	50,5	---	---	---

Fuente: Elaboración propia.

Según los datos de la tabla 4, el parámetro con mayor eficiencia en la remoción fue la turbidez con 91.0 % en verano y 87.5 % en invierno, el color en 87.3 % en verano y 84.6 % en invierno, la DBO sufrió una reducción de 85 % en época de verano y 86.4 % en invierno, los sólidos totales disueltos también se redujeron en 75.3 %. La DQO se ha reducido en 73 %. La alcalinidad fue el componente que menor reducción ha sufrido en las dos épocas de análisis 33.3 % a 36.4 %. Estudios realizados en Huancayo-Perú, indicaron que la eficiencia a pH con un valor de 3.9, sulfato ferroso con 1645,55 mg/L, peróxido de hidrógeno de 1096.55 mg/L obtuvo una eficiencia de 42 % en términos de DQO en las dos épocas de estudio (Medina et al., 2012; Medina Valderrama et al., 2018). Estudios realizados en Guanajuato, reportaron eficiencia de 96,88% en turbidez y 81.38% en turbidez para una reacción fenton de 1250 mg/L de sulfato ferroso y 1000 mg/L de peróxido de hidrógeno a pH=4 (Huichapa et al., 2003).

Conclusiones.

- La eficiencia del proceso fenton para tratamiento de lixiviados se derivó de un adecuado análisis de las condiciones de costo-beneficio social, económico y ambiental que a través de estrategias metodológicas de trabajo en campo definieron las condiciones óptimas para alcanzar la condición de bienestar en la comunidad del área de influencia directa. El tratamiento de lixiviados a partir del proceso fenton abarató costos de producción, fomentó el uso de materiales primarios y renovables resaltando las oportunidades de desarrollo local.
- De acuerdo a los resultados finales se obtuvieron las condiciones óptimas del proceso fenton 400 mg/L de peróxido de hidrógeno con 1000 mg/L de sulfato de hierro a pH de 3, donde el porcentaje de remoción que se ha logrado para la Demanda Bioquímica de Oxígeno fue de 85,0 % en verano y 86,4 % en invierno, la Demanda Química de Oxígeno de 73,0 % en invierno y 73,9 % en verano, la turbidez en 91,0 % en invierno y 87,5 % en verano, la disminución de color en 87,3 % para verano y 84,6 % en invierno. Se ha logrado disminuir en 72,0 % la conductividad y en menor porcentaje respecto a la alcalinidad en 33,3 % en verano y 36,4 % en invierno.
- A pesar de que la eficiencia del tratamiento fue alta, no fueron suficientes sus características para descargar el lixiviado a un cuerpo hídrico, resaltando el hecho de que se requieren complementariamente otros tipos de tratamientos para el cumplimiento de la norma ambiental vigente.

Referencias bibliográficas.

- APHA-AWWA-WPCF. (2017). *Standards Methods for the Examination of Water and Wastewater*.
- Bigda, R. J. (1995). Consider Fenton chemistry for waste-water treatment. *Chemical Engineering Progress*, 0–62.
- Borzacconi, L., López, I., & Anido, C. (1996). Metodología. *Critical Review, March*.
- Chevez, W. (1975). Fenton's Reagents revisited. *Acc. Chem. Res.*, 8, 125-131 FG – 0.
- Espinosa, C., López, M., Pellón, A., Robert, M., Diaz, S., González, A., Rodríguez, N., & Alejandro, F. (2010). Análisis del comportamiento de los lixiviados generados en un vertedero de residuos sólidos municipales de la ciudad de la Habana. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 26(4), 313–325.
- Hermosilla, D., Cortijo, M., & Huang, C. P. (2009). Optimizing the treatment of landfill leachate by conventional Fenton and photo-Fenton processes. *The Science of the Total Environment*, 407(11), 3473–3481.
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?Db=pubmed&DbFrom=pubmed&Cmd=Link&LinkName=pubmed_pubmed&LinkReadableName=RelatedArticles&IdsFromResult=19278717&ordinalpos=3&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Huichapa, A., Cuevas, G., & Arodí, M. (2003). Tratamiento De Lixiviados Generados En Un Sitio De Disposicion Final De Rsu Mediante Los Procesos Fenton Y Fotofenton. *Semarnat*.
- Isarain Chávez, E. (2010). Mineralization of the drug β -blocker atenolol by electro-Fenton and photoelectro-Fenton using an air-diffusion cathode for. *Applied Environmental*, 361–369.
- Kavitha, V., & Palanivelu, K. (2003). Degradation of 2-chlorophenol by Fenton and photo-Fenton processes--a comparative study. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng*, 2115-1231 FG – 0.
- Lau, I. W. C., Wang, P., & Fang, H. H. P. (2001). Organic removal of anaerobically treated leachate by Fenton Coagulation. *Journal of Environmental Engineering*, 127(7), 666–669. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9372\(2001\)127:7\(666\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9372(2001)127:7(666))
- Medina, C., Montero, E., & Cruz, L. (2012). Optimización del proceso fenton en el tratamiento de rellenos sanitarios. *Universitas Psychologica*, 11(1), 197–206.
- Medina, C., Montero, E., & Cruz, L. (2016). Optimización Del Proceso Fenton En El

- Tratamiento De Lixiviados De Rellenos Sanitarios. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 82, 454–466.
- Medina Valderrama, C. J., Montero del Águila, E. M., & Cruz Pio, L. E. (2018). Optimización del proceso Fenton en el tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 84(3), 454–466.
- Méndez, R., Castillo, E., Sauri, M., Quintal, C., Giacomani, G., & Jiménez, B. (2004). Tratamiento fisicoquímico de los lixiviados de un relleno sanitario. *Ingeniería*, 8(2), 155–163.
- Méndez, R., García, R., Castillo, E., & Sauri, M. (2010). Tratamiento de lixiviados por oxidación Fenton. *Ingeniería e Investigación*, 30(1), 80–85.
- Mireles, H., & Páramo, J. (2017). Tratamiento del lixiviado del antiguo relleno sanitario La Reserva mediante procesos Fenton y fisicoquímico. *Revista de Ingeniería Tecnológica*, 1–12.
- Oller, I., Malato, S., & Sánchez-Pérez, J. A. (2011). Combination of Advanced Oxidation Processes and biological treatments for wastewater decontamination--a review. *The Science of the Total Environment*, 409(20), 4141–4166. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?Db=pubmed&DbFrom=pubmed&Cmd=Link&LinkName=pubmed_pubmed&LinkReadableName=RelatedArticles&IdsFromResult=20956012&ordinalpos=3&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Pignatello, J. J. (1992). Dark and photoassisted Fe³⁺ catalyzed degradation of chlorophenox herbicides by hydrogen peroxide. *Environ Sci Technol*, 26, 944–951.
- Primo, O. (2008). *Mejoras en el tratamiento de lixiviados de vertedero de RSU mediante procesos de oxidación avanzada*. 109.
- Rivas, F. J., Beltrán, F., Carvalho, F., Acedo, B., & Gimeno, O. (2004). Stabilized leachates: Sequential coagulation-flocculation + chemical oxidation process. *Journal of Hazardous Materials*, 116(1–2), 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2004.07.022>
- Robles, F. M. (2005). *Generación de biogás y lixiviados en los rellenos sanitarios*.
- Rubio, A., Chica, E., & Peñuela, G. (2014). Application of Fenton process for treating petrochemical wastewater. *SciELO*, 16(2), 211–223.
- Sánchez, R. G., & García Gualoto, K. J. (2018). Tratamiento de aguas residuales con cargas industriales con oxidación avanzada en sistemas convencionales. *La Granja*, 27(1), 103–111. <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.08>

- Słomczyńska, B., & Słomczyński, T. (2004). Physico-chemical and toxicological characteristics of leachates from MSW landfills. In *Polish Journal of Environmental Studies* (Vol. 13, Issue 6, pp. 627–637). <http://www.pjoes.com/Physico-Chemical-and-Toxicological-Characteristics-r-nof-Leachates-from-MSW-Landfills,87707,0,2.html>
- Tang, W., & Tassos, S. (1997). Oxidation kinetics and mechanism of trihalomethanes by Fenton's Reagent. *Water Research*, 31, 0–11.
- Tatsi, A. A., Zouboulis, A. I., Matis, K. A., & Samaras, P. (2003). Coagulation-flocculation pretreatment of sanitary landfill leachates. *Chemosphere*, 53(7), 737–744. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?Db=pubmed&DbFrom=pubmed&Cmd=Link&LinkName=pubmed_pubmed&LinkReadableName=RelatedArticles&IdsFromResult=13129513&ordinalpos=3&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum
- Vilar, A. (2015). Evaluación del tratamiento integral del lixiviado de vertedero de residuos sólidos urbanos. *Universidad Da Coruña.*, 228.
- Yoo, H. C., Cho, S. H., & Ko, S. O. (2001). Modification of coagulation and Fenton oxidation processes for cost-effective leachate treatment. *Journal of Environmental Science and Health. Part A, Toxic/Hazardous Substances & Environmental Engineering*, 36(1), 39–48. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/sites/entrez?Db=pubmed&DbFrom=pubmed&Cmd=Link&LinkName=pubmed_pubmed&LinkReadableName=RelatedArticles&IdsFromResult=11381784&ordinalpos=3&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_RVDocSum

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

León Chimbolema, J. G., Godoy Ponce, S. C., & Guevara Villegas, M. A. (2020). Eficiencia socio ambiental de la reacción fenton en el tratamiento de lixiviados. *Ciencia Digital*, 4(3), 271-285. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1334>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Periodización táctica y la toma de decisiones en la transición ofensiva en el baloncesto femenino de la ESPOCH sede Morona Santiago Ecuador



Tactical periodization and decision-making in the offensive transition in women's basketball at the ESPOCH headquarters Morona Santiago Ecuador

Danilo Ortiz Fernández.¹, Alberto Alzola Tamayo.², José Alfredo Sánchez Anilema.³
& Omar Hechavarria Jeorge.⁴

Recibido: 25-04-2020 / Revisado: 22-05-2020 / Aceptado: 23-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1343>

Summary. This article aims to provide a work tool, to basketball coaches that allow them to help their players, in the decision-making process from the teaching and learning process in the offensive transition of basketball, female of the Polytechnic Higher School of Chimborazo Extension Morona Santiago. bridge between the previous article and this is proposed a Scheme of exercises that allows them to have a working guide based on the tactical periodization Our work sample was composed of 15 players, having as a methodological objective the application of tactical periodization in training, touching a aspect, important within the basketball game as is the offensive transition , looking for an adequate level of play enhancing its application in our team based on tactical periodization adapting its principles and methodology to our environment, allowing a better performance in our transition.

Keywords: Tactical prioritization offensive transition decision-making model game.

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. danilo.ortiz@epoch.edu.ec <https://orcid.org/0000-0002-4777-1495>

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago. Ecuador. alberto.alzola@epoch.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0001-9715-2091>

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. alfsan3@hotmail.com

⁴ Universidad Las Tunas, Cuba, omarhj5607@gmail.com

Resumen.

El presente artículo tiene como objeto brindar una herramienta de trabajo, a los entrenadores de baloncesto que le permitan ayudar a sus jugadores, en la toma de decisiones desde el proceso de enseñanza y aprendizaje en la transición ofensiva del baloncesto, femenino de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Extensión Morona Santiago se propone un Esquema de ejercicios que les permita tener una guía de trabajo con base a la periodización táctica Nuestra muestra de trabajo estuvo integrada por 15 jugadores, teniendo como objetivo metodológico la aplicación de la periodización táctica en el entrenamiento, tocando un aspecto, importante dentro del juego de baloncesto como lo es la transición ofensiva, buscando un adecuado nivel de juego potenciando su aplicación en nuestro equipo con base en la periodización táctica adecuando sus principios y metodología a nuestro entorno, permitiendo un mejor funcionamiento en nuestra transición ofensiva, desde el punto de vista individual (fortaleciendo la toma de decisiones) y con ello mejorar el preforman y el accionar como equipo, lo individual en función de lo colectivo.

Palabras claves: Priorización táctica transición ofensiva toma de decisiones modelo de juego.

Introducción.

En los últimos tres décadas, se han producido avances significativos en cuanto a los conocimientos en todos lo referente al ámbito deportivo, sistemas de entrenamientos, de enseñanza y metodologías. Señalándose que en los primeros años de la década del 90 se empieza a notar un mayor desarrollo en las formas de enseñanza, aunque, se siguen manejando estrategias y métodos de enseñanza de la pedagogía existentes. El baloncesto no es una excepción tendencia existente en la actualidad al tratar de mejorar los diferentes aspectos del juego tanto en el orden ofensivo y defensivo, desde lo individual y colectivo.

En opinión de Torrents (citado en Alzola et, al, 2019):

El entrenamiento deportivo ha estado influenciado por la tendencia mecanicista del ser humano. A pesar de que siempre se aluda necesidad de integrar todos los aspectos del entrenamiento y se propongan concepciones holísticas (integradas), la estructura sigue siendo una visión cartesiana que concibe a los organismos prácticamente como maquinas construidas por diferentes partes (p. 391)

Castro (2019), define desde una línea más contemporánea al aportar diferentes elementos que se tienen en cuenta en la actualidad sobre la base de investigaciones relacionadas con la preparación del deportista a través del tiempo "...es el proceso pedagógico de preparación del deportista, que tiene como fin el alcance de un optimó estado competitivo, desde el punto de vista físico, psicológico, técnico, volitivo, moral y táctico..." (p. 16). Elementos

indispensables a la hora de enfrentar la planificación del entrenamiento deportivo en los diferentes deportes.

El baloncesto está enmarcado en un grupo de deportes denominados deportes de equipos o de colaboración/oposición, (Freyre, 2018, p.11), debemos decir que intervienen en su desarrollo diferentes factores estructurales que tienen que entrenarse de forma global e interrelacionados. Ello solo es posible mediante el entrenamiento integrado de todos estos factores mediante el juego, célula de la periodización táctica, metodología que se asume en el entrenamiento del equipo femenino de la ESPOCH.

En este sentido, asume la definición de periodización táctica aportada por Frade, (citado en Castro 2019), creador de esta teoría, la cual matiné su vigencia ya que es sustentada por los estudios de investigadores hasta la actualidad, definida como. "...una metodología de entrenamiento cuya preocupación máxima es el que un equipo pretende producir en la competición. Es por ello que el modelo de juego y la dimensión táctica se asumen como guías de todo el proceso de entrenamiento..." (p. 23)

Según Valero (2016) el Baloncesto es un deporte de equipo, un juego deportivo que se caracteriza por ser muy dinámico y de gran creatividad, los sujetos que lo practican están expuestos a diferentes situaciones que se presentan en el terreno y deben ser solucionadas. En este deporte el resultado depende del trabajo colectivo del equipo para lograr los objetivos (p. 22)

El juego de transición ofensiva se utiliza en un alto porcentaje de veces después de recibir canasta del equipo adversario. Son sistemas rápidos donde participan los 5 jugadores en cancha, aprovechan el despliegue a la zona de ataque y permite actuar con rapidez, antes que la defensa se organice, con el objetivo de sorprender y obtener ventajas sobre el adversario.

A diferencia del contraataque en que las decisiones de juego vienen determinadas por la defensa es decir el número de defensores (ventaja numérica 1x0, 2x1, 3x2 3x3 etc.) o por los espacios libres (ventaja por espacios libres 2x2, 3x3) en la transición la pauta de juego corresponde, al menos inicialmente al ataque.

El paso defensa- ataque de forma dinámica tiene 5 partes diferenciadas.

1. Posesión del balón: Puesta en juego del mecanismo de ataque desde el rebote o después de canasta. Organizar quien saca el balón desde el fondo de la cancha y como lo recibe el base. Velocidad en el primer pase de contraataque. los jugadores deben ser capaces de conseguir el balón y ponerlo en juego rápidamente.
2. Contraataque primario: Ocupación de calles, aperturas diversas con tres jugadores, llevar el balón por el centro traspasar rápidamente la línea de medio campo.
3. Contraataque secundario: Adaptación al ataque de los jugadores 4 y 5.

4. Juego organizado: con variación de opciones.
5. Rebote ofensivo.

Todos estos elementos son esenciales para el desarrollo exitoso del juego, la base para que los entrenadores desarrollen estrategias “incidentales e intencionales” Raab, (citado en Suárez, Courel y Cárdenas, 2017)

Las primeras pretenden generar un aprendizaje auto-dirigido y basado en la práctica sin guiar, en la interacción del deportista con su entorno. Sin embargo, las segundas pretenden conseguir un aprendizaje dirigido por el entrenador que se encarga de guiarlo haciéndole consciente de los objetivos específicos de la práctica, así como de las claves atencionales que le ayudarán a una interpretación adecuada del con- texto de juego (p. 3)

Son elementos que contribuyen al buen funcionamiento del juego que los entrenadores tienen que ser capaces de que sus jugadores se apropien de ellos para una mejor toma de decisiones en las diferentes circunstancias del partido de Baloncesto, lo cual queda bien explícito en palabras de Cárdenas y Alarcón, (citado en Suárez, Courel y Cárdenas)

El aprendizaje de estas claves resulta determinante para reducir el nivel de incertidumbre al que está sometido el jugador, para predecir las acciones de los adversarios y, en consecuencia, para establecer conductas de anticipación (p. 3), en este sentido los entrenadores tienen que estar preparados para el uso de estas claves en situaciones cambiantes del juego

Marco Teórico.

En el baloncesto actual el dominio técnico por sí solo no constituye una garantía en el desarrollo del juego es por ello que en el proceso de enseñanza y aprendizaje, la conjugación de los elementos técnicos, táctico, psicológicos, a la hora de la enseñanza, tiene que ser una herramienta básica que todo entrenador tiene que poseer, para así formar jugadores con conceptos formativos de estos tres elementos del juego, permitiendo posteriormente contar con jugadores versátiles con amplios conocimientos de la lectura del juego en las distintas situaciones que se puedan presentar, partiendo de estos elementos ir formando estilos y modelo de juego.

El modelo de juego no se produce de forma natural ni aparece de la nada. El modelo de juego es el núcleo central, sobre el cual se trabajan en los entrenamientos. Este modelo de juego es planteado por el entrenador y es el resultado de un fenómeno construido a partir de diferentes factores, que determinan la forma de jugar de un equipo Tamarit (2007) para Fleitas es el modelo de juego será más rico cuando más posibilite a los jugadores ampliar su propia creatividad y talento en el juego. (citados en Alzola, et, al, 2019, p. 393)

En este particular la priorización táctica Frade, (citado en Castro 2019), argumentan una serie de elementos como especificidad que resaltan la importancia de entrenar jugando que en el

contexto del entrenamiento del baloncesto y en particular la toma de decisión en la transición ofensiva:

Conseguir un Modelo de Juego lleva tiempo, por ello es necesario entrenarlo desde el primer día de entrenamiento y subordinarlo todo a la supradimensión táctica. Será el principio de Especificidad quien dirija la Periodización Táctica. La forma de jugar caracterizada por ciertos Principios y Subprincipios que conforman un Modelo de Juego (permitiendo la aparición del resto de dimensiones por arrastre) provoca que cada ejercicio esté dotado de una Especificidad del juego que queremos. O sea, siempre estamos entrenando nuestro juego. En esta Metodología, el Principio de Especificidad, que debe ser cumplido en todo momento del entrenamiento, pasa a determinarse como el Principio de Principios de la Periodización Táctica. (p. 24)

Es importan destacar que el modelo de juego no es algo empírico se construye en base a las experiencias de los entrenadores basadas, estudios propios y de otros, el poder trabajar con diferentes equipos, el querer busca a toda costa su propio modelo de juego, es además puede contar con jugadores capaces, con un equipo de trabajo, que te apoye con fe en tus metas y objetivos, es historia cultura de aquellos lugares por donde trabajamos.

Acercamiento a la toma de decisiones.

Aspecto importante en el éxito del juego ya que se sustenta en la experiencia y preparación de preparadores y jugadores aspectos abordados por diferentes investigadores tales como: Gilovich, 1984; Bar-Eli, Plessner y Raab, 2011 y Richards, Collins y Mascarenhas, 2017 (citados en Suárez y Cárdenas 2017, p. 44) refieren al respecto:

- El deporte reúne características únicas que lo convierten en un laboratorio ideal para el estudio de la toma de decisiones, pues en él se involucran tanto la cognición como la acción
- Desde la planificación de entrenamientos hasta las decisiones in situ en competición se ha de buscar la máxima optimización, aumentando así la probabilidad de éxito final.
- Los juicios y la toma de decisiones juegan un papel fundamental en el éxito deportivo. Jugadores y entrenadores toman constantemente decisiones que repercuten de forma directa sobre los resultados obtenidos.

Bar-Eli, Plessner, & Raab, (citados en Práxedes 2018), aportan una definición que a consideración de los autores del artículo define de manera sintética y bien próxima a la realidad en que se realiza la toma de decisiones en el juego de Baloncesto la consideran como: "...el proceso a través del cual los deportistas seleccionan una respuesta entre varias alternativas con el fin de ejecutarla en un momento determinado y en una situación real de juego..." (p. 54)

Por su parte Stratton et al. 2004, (citado por Klimenko, Darío, o Múnera y Rave 2020) aporta elementos necesarios a tener en cuenta desde el punto de vista del jugador en la toma de decisiones:

Un jugador de un deporte de conjunto experto y exitoso necesita procesar una gran cantidad de información, en poco tiempo, además, bajo presión. Muchas decisiones deben tomarse rápidamente y reevaluarse dependiendo de la demanda en el campo. Uno de los elementos del juego exitoso es la toma de decisiones rápida y hábil, donde tanto la precisión como la velocidad están al máximo nivel. Tal comportamiento ayuda al jugador a "leer el juego", predecir el comportamiento de los oponentes y escoger jugadas acertadas. (p. 30)

La toma de decisión se entiende como una relación funcional entre el individuo y el ambiente. es un proceso complejo que no puede separarse de la expresión conductual del individuo.

Los actuales modelos ecológicos del sistema dinámico tienen su origen en la teoría de la percepción directa de Gibson, analizado por Araujo (citado en Suarez 2016) quien propuso que: "...las personas perciben y actúan sobre propiedades funcionales de las sustancias, superficies, lugares, objetos y eventos en el entorno. Estas propiedades proporcionan oportunidades de acción (affordances) y se definen por la acción de complementariedad entre las restricciones del ambiente (constraints)..." (p. 36)

Aspectos importantes sobre todo en las condiciones que se realiza el juego de Baloncesto (ambiente social), aficionados, jueces, la televisión y do equipos que pugnan por la victoria, que influyen en la toma de decisiones de los jugadores.

Lo anterior se ve reflejado en palabras de los investigadores, Davids, Güllich, Shuttleworth, & Araújo, (2017), que sustentan: "...cuanto mayor y más diverso sea el rango de posibilidades de acción, más preparado estará el jugador para recibir información, adaptar sus acciones, tomar decisiones e interactuar más eficazmente con los constreñimientos impuestos por el entorno..." (p. 56)

Gutiérrez et al., (citado en Práxedes 2018), refiere la importancia que para la consolidación de habilidades y destrezas deportiva tienen la toma de decisiones, con las cuales se coincide: "...no son únicamente determinantes factores como la ejecución técnica de las habilidades, sino también aquellos relacionados con la toma de decisiones..." (p. 231)

La toma de decisiones de acuerdo con Bunker y Thorpe (citados en Cuesta, 2016) tienen dos elementos fundamentales en el accionar deportivo sustentadas en el: "qué hacer y cómo hacerlo" (p. 28)

En relación con la necesidad de promover la conciencia táctica en el primer aspecto y en caso de segundo, centrado más con la validez y calidad de la solución. Aspectos importantes para

planificar ejercicios tácticos- decisionales que traigan consigo el logro de la transición ofensiva en el entrenamiento y el juego real. Aspectos importantes para un deporte como el Baloncesto de carácter abierto caracterizado por los ambientes estables que dependen de la eficiencia, eficacia y velocidad para la realización de las acciones del juego.

La concentración y toma de decisión en los entrenamientos.

Es preciso tener conocimiento para poder comprender e interpretar estos entornos situacionales, se precisa estar atentos, concentrados para poder tomar las decisiones correctas en el momento y el espacio precisos. En este sentido, mientras más concentrados estén los jugadores, aumentara en un gran porcentaje el poder tomar buenas decisiones y con ello el aumento del nivel de juego.

En este sentido Frade, citado en Castro (2019) enfatiza que: “...los buenos desempeños de entrenamiento reclaman elevada concentración para aquello que el entrenador pretende...” (p. 24), se está en consonancia con lo expresado por este autor ya la toma de decisiones requiere del máximo de atención de los jugadores involucrados en el juego para que este sea exitoso.

Lo anterior queda claro en las propias palabras de Frade cuando argumenta:

La Periodización Táctica pone énfasis en la asimilación de una forma de jugar, en sus principios: organización de la defensa, del ataque y de los principios que son sus fronteras, o sea el modo como se transita de un momento al otro, siendo que esto sólo se hace en concentración. (Frade, citado en Castro, 2019, p. 24)

El Baloncesto es un deporte rápido dinámico de desarrollo caótico, impredecible en cuanto a su accionar es por esto que el poder contar con una metodología como la periodización táctica, que nos permite trabajar de forma específica todo el accionar del juego.

De acuerdo con Castro (2019) la concentración específica en la periodización táctica tiene que estar sustentada en ejercicios tácticos que logren la transformación del accionar del jugador a partir de ser portador de un conocimiento procedimental que le facilitan la toma de decisiones en el juego. (p. 25)

De ahí que se coincida con Serra (2013), en cuanto a la importancia de que los jugadores se apropien no solo de la técnica sino también de las herramientas tácticas que solo en el entrenamiento diario del juego se pueden adquirir:

“...ser un dechado de técnica no es suficiente para vencer en una situación determinada, es necesario tomar decisiones y desarrollar habilidades ajustadas a las limitaciones de cada situación de juego y contexto, y acordes a su vez a las representaciones mentales que se hacen en el juego de acuerdo al problema a resolver...” (p. 48)

En este sentido, el entrenador debe jugar un papel activo contribuir en la comprensión de la nueva metodología ser un gestor de la misma, ser capaz de aglutinar sus deportista y colectivo técnico alrededor de esta nueva manera de entrenar. Partiendo de tres aspectos que a nuestro modo de ver son importantes.

- Aprender Jugando.
- Entrenar jugando
- Desarrollo Biopsicosocial de nuestros jugadores

Consideramos un, desarrollo físico atreves del juego filosofía de la priorización táctica

Desarrollo psicológico basado en el entrenar nuestro modelo de juego en situaciones de competición, proponiendo distintas variantes de complejidad, imponiendo a nuestros deportistas estar alertas siempre, para poder dar respuestas ante distintas situaciones de variabilidad del juego.

Desarrollo social dado por la constante interrelación entre jugadores al tener que jugar aprendiendo, entrenar jugando (priorizando el trabajo colectivo desde lo individual)

Aspectos determinantes en el éxito de las acciones del juego de Baloncesto, que junto a la preparación que tengan los entrenadores para el empleo de claves teniendo en cuenta las diferentes situaciones del juego. Ello implica el nivel técnico táctico de los jugadores y el nivel de complejidad de las interacciones que se producen en el juego entre compañeros y adversarios en la toma de decisiones para la transición ofensiva.

Lo cual ocurre en cuestiones de segundos decisivos en el juego real, permite al equipo acercarse en el marcador, empatar el juego, tomar la ventaja o ampliarla, de ahí la importancia del empleo por parte de los preparadores de estrategias de enseñanzas intencionales.

Aproximación a la periodización táctica.

La periodización táctica sustentada en el entrenamiento del modelo de juego deseado, que responda en todo momento a saber sobre ese saber hacer, es decir que los jugadores tengan una mentalidad que le permita sea cual sea el contexto encontrar la respuesta acertada a la problemática presentada.

En este sentido, Loaiza (2017) refiere que:

La periodización táctica es una forma de organización del entrenamiento de reciente aplicación en muchos deportes colectivos. Tamarit, (citado en Loaiza. Loaiza) este planteamiento genuino de Vítor Frade data de finales de los años 70, pero su implantación como estructura válida no se dio hasta la consecución por el FC Oporto de José Mourinho de numerosos éxitos gracias, en parte, a esta estructuración del entrenamiento (p. 3)

Argumentando Tamarit, (citado en Loaiza 2017): Su creación no viene determinada de pensamientos teóricos surgidos de otras áreas, sino de tener el juego como eje central. Para ello, en primer lugar, hay que conocer profundamente la modalidad deportiva, para posteriormente aplicar los principios y conceptos del entrenamiento (p. 53).

Y puntualiza: La periodización táctica determina que el entrenamiento vendrá estructurado por el desgaste emocional y que éste dependerá de los siguientes factores Tamarit, (citado en Loaiza 2017, p. 53)

Otro aspecto a tener en cuenta a la hora de plantear la progresión de los ejercicios de acuerdo con Tamarit (2007) Complejidad de los principios que se trabajan: complejidad de la dinámica (reglas y objetivos del ejercicio), cantidad de jugadores (variable decisional), espacio de juego (velocidad de decisión del jugador) y tiempo de duración de ejercicios (tipo de ejercicio y principio a entrenar) (p. 54)

Es importante al planificar los ejercicios que estos estén en función de despertar en el jugador su creatividad, que lo reten a la solución de ejercicios tácticos complejos.

Otros conceptos que hay que destacar y distanciar de los métodos tradicionales son la intensidad y el volumen. La intensidad se refiere principalmente a la concentración, no a la velocidad de desplazamiento. Esto se debe a que los jugadores deben pensar y esto exige que estén concentrados. En cuanto al volumen, la periodización táctica lo entiende como un “volumen de intensidades” Loaiza (2017) (volumen generado a partir de repeticiones sistemáticas de principios y subprincipios) (Tamarit, 2007, p. 33).

En este sentido, Loaiza (2017), plantea este método de entrenamiento totalmente específico sin entrenamiento en gimnasios o ejercicios descontextualizados, hace que sea necesario engañar al deportista para que se sienta cómoda con una estrategia de entrenamiento a la que no están acostumbrados, por lo hábitos de temporizaciones más convencionales. (p.53).

Por lo que se considera importante el planificar los ejercicios, en función de despertar en el jugador su creatividad, que lo reten a la solución de ejercicios tácticos complejos. Entrena en circunstancias de juego real diariamente, que la carga principal sea el trabajo táctico y todo lo demás se derive a partir de esto. que el atleta se construya secuencias de imagen a semejanza de lo que será el juego real y con ello adquirir conocimiento a través de la práctica diaria. Permitiendo una mejor comprensión del juego y así poder hacer los ajustes necesarios, y tomar las decisiones más acertadas en el menor tiempo posible en cada situación del juego.

Contraataque y Transición ofensiva.

El concepto de contraataque en baloncesto descrito por Roman (citado en Leica 2018) refiere: “...se basa fundamentalmente en la respuesta ofensiva veloz frente al avance del rival. Es decir, responder lo más rápido posible, con acciones efectivas, las acciones defensivas del

equipo oponente. Estos dos conceptos: velocidad y efectividad son elementos clave en la ejecución del contraataque...” (p. 30)

Ataques intensos con altos requerimientos de intensidad y concentración mental deben estar ligados a defensas intensas y de alta concentración. Roman, (citado en Leica 2018 p. 31), lo planteado por este autor se entiende decisivo para la planificación de situaciones tácticas que impliquen estos dos elementos (ataque y defensa) que exigirán de los jugadores tomar decisiones apropiadas.

Entendemos la transición como describe Roman (citado en Leica 2018)

“...la fase de juego desde que termina el contraataque hasta que comienza el ataque posicional. Una transición es tanto más efectiva cuanto más orden y continuidad encontramos en su desarrollo. Debemos evitar, por tanto, diferencias de ritmo entre estas fases, provocando peligro en todas las acciones que se desarrollen. Debemos entender la transición como un continuo y no una fase intermedia de colocación de jugadores para desarrollar un ataque más estructurado (p. 31)

Estos argumentos son relevantes para la consecución de forma rápida y efectiva de las acciones del juego, lo cual permitirá sacar ventaja del contrario en el juego.

Por su parte, Carbelleira, (citado en Affonso y García.2017) denomina la transición como:

“...la fase intermedia comprendida entre un contraataque que no ha finalizado en canasta y el inicio del ataque posicional. También plantea que estas fases dinámicas son altamente eficaces para conseguir el objetivo del ataque y generar situaciones ventajosas. A su vez nos explica que tanto el contraataque como la transición se basan en no dejar que la defensa se coloque...” (p. 6)

Así mismo, Calvo (Citado en Affonso y García.2017), plantea que: “...la transición ofensiva es un ataque organizado que parte de un contraataque, y sirve para unirlo con el ataque estacionado. Se utiliza cuando no se pudo obtener una canasta rápida en el contraataque...” (p. 14)

De igual manera Refoyo (citado en Affonso y García.2017), plantea que:

“...la transición debe tomarse como una continuidad dentro del juego y no como una fase intermedia de espera para que los jugadores tomen sus posiciones. Define la transición como la fase del juego comprendida entre el contraataque que no termina en canasta y el ataque posicional. Asimismo, menciona que no deben existir diferencias de velocidad entre una y otra fase para así tener la chance de provocar peligro en todas las acciones (p. 14)

Es importante destacar, que los autores antes mencionados ponderan ambos factores (defensa y transición de juego) con lo cual se coincide, ya que tienen una relación importante. Ya que, dependiendo del alto grado de componentes, de intensidad, agresividad, concentración, ritmo

y efectividad en defensa del equipo, se traduciría en un contrataque y transición ofensiva eficaz y contundente. Ello siempre y cuando los jugadores sean capaces de transferir estos componentes, la transición no es un elemento aparte es un eslabón de toda la cadena. Que conforma el juego de baloncesto con una visión holística, un elemento de conexión entre el contrataque y el juego posicional.

Consideramos que la base de una buena transición ofensiva, se sustenta fundamentalmente en el poder contar con una defensa eficaz en todos los aspectos de juego, contrataque estructurado y solo entonces la transición ofensiva podrá ser, veloz, segura con un buen por ciento de efectividad.

Análisis de resultado.

Al evaluar los datos arrojado por nuestras observaciones al instrumento de medición de nuestra muestra observamos un mayor por ciento en las categorías siempre y casi siempre, por lo que podemos concluir una influencia positiva de los ejercicios en nuestros estudiantes.

Tabla 1. Desarrollo y logro de los ejercicios

(S): SIEMPRE (CS): CASI SIEMPRE (PV): POCAS VESES (N): NUNCA

Categorías	S	%	CS	%	PV	%	N	%
Ocupación de carriles	9	60,00	33,33	20,00	1	6,66	-	-
Superioridad numérica	6	40,00	4	26,66	3	20,00	2	13,33
Toma de decisión en la transición	7	46,66	4	26,66	2	13,33	2	13,33
Continuidad de juego	8	53,33	6	40,00	1	6,66	--	--

Fuente: Elaboración propia.

Se comprobó una vez desarrollado los ejercicios que los indicadores se comportaron de forma ascendente, partiendo del contrataque transición ofensiva destacando el interés mostrados por los jugadores las deficiencias principales estuvieron en la superioridad numérica y la toma de decisiones en la transición, aspecto que se debe seguir trabajando.

Proceso de ejecución.

La planificación de los ejercicios estuvo basada en los principios de la metodología periodización táctica como la supradimensión táctica, incentivando la supeditación de los demás renglones del entrenamiento, al entrenar jugando y al jugar aprendiendo aspectos estos que consideramos muy importante ya que nos ayudan con la implementación y comprensión

de la metodología, la cual nos posibilite la evolución Biopsicosocial de nuestros atletas, logrando mayor integralidad en todos los componentes del juego.

Pudimos constatar en las categorías ocupación de carriles y la continuidad de juego se comportaron de forma similares en cuanto a la aceptación en el en la ejecución de los ejercicios propuesto, los atletas se adaptaron de forma paulatina, existiendo mejor comprensión en el momento de la ocupación de los carriles, con buena reacción de respuesta en la anticipación a la defensa.

El comportamiento de las categorías superioridad numérica y toma de decisiones, fuero de interés para nuestros atletas, aunque en menor grado que en las otras dos categorías, significando que son esto dos aspectos de juego los que mayor relación guardan entre sí, y que por su comprensión y ejecución resultan las más difíciles de poder lograr en nuestro modelo de juego.

En la aplicación de la metodología existieron algunas dificultades derivadas fundamentalmente de la novedad de la misma, no obstante, de tener un buen por ciento en la ocupación de carriles, no se tradujo así en la superioridad numérica, el no mantener los espacios ganados, separación entre jugadores y ritmo de juego, influyendo en la toma de decisiones con decisiones apuradas en otros casos muy demoradas creando en algunos momentos confusión, generándose menor interés en estas dos categorías.

Referenciaría comparativa del resultado antes y después de la aplicación de la metodología según nuestras categorías.

Tabla 2. Progreso y logros de la metodología

(S): SIEMPRE (CS): CASI SIEMPRE (PV): POCAS VESES (N): NUNCA

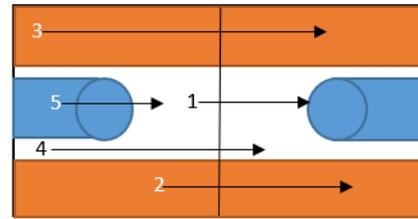
Categorías	Primera medición								Segunda medición							
	S		C		P		N		S		C.		P		N	
		%	.	%	V	%		%	S	%	S	%	V	%		%
Ocupación de carriles	2	13.3	2	13.3	8	53.3	3	20.0	7	46.6	7	46.6	1	6.6	-	-
Superioridad numérica	1	6.6	-	-	6	40.0	8	53.3	9	60.0	3	20.0	2	13.3	1	6.6
Toma de decisiones en la transición	-	-	-	-	9	60.0	6	40.0	9	60.0	4	26.6	1	6.6	1	6.6
Continuidad de juego	-	-	4	26.6	6	40.0	5	33.3	9	60.0	5	33.3	1	6.6	-	-

Fuente: Elaboración propia.

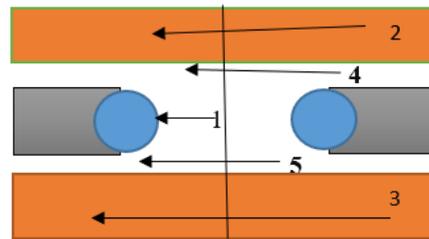
Propuesta de un esquema de ejercicios que nos permite tener una guía de trabajo con base a la periodización táctica

Ocupación de carriles

Dividimos en tres paneles la cancha, por el carril derecho corre el 2, por el central corren 1, 4 y 5 y por el izquierdo siempre se desplaza el 3 esta es la ocupación asignada a cada jugador orientando que deben llegar lo más rápido posible a la cancha contraria, los jugadores 2 y 3 su recorrido debe ser lo más próximo a las línea laterales.



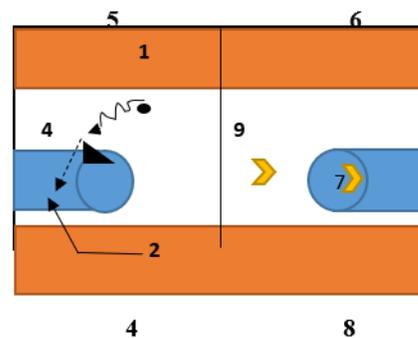
de igual manera se le orienta a los jugadores que deben conocer las funciones de cada posición para poder intercambiar en un momento dado su designación y ser más versátiles, tanto de ida como de regreso mantener los carriles, por el carril derecho corre el 2, por el central corren 1, 4 y 5 y por el izquierdo siempre se desplaza el 3 esta es la ocupación asignada a cada jugador orientando que deben llegar lo más rápido posible a la cancha contraria, los jugadores 2 y 3 su recorrido debe ser lo más próximo a las línea laterales.



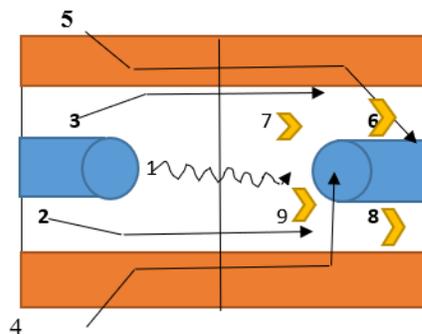
Superioridad numérica

Vemos en la disposición inicial del ejercicio, que los jugadores 1, y 2 iniciarán el ejercicio atacando al número 3, primera situación de ventaja numérica 2x1.

una vez finalizada la acción, los tres jugadores se dispondrán a atacar en el aro contrario, ante los defensores 9, y 7. es la siguiente situación de superioridad, 3x2. en todas las acciones si éstas terminan en canasta, obligaremos a sacar de fondo a los atacantes, como lo haríamos en un partido. lo vemos en el siguiente diagrama.

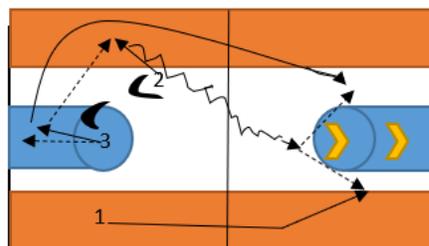


una vez finalizada la acción de 4x3, los atacantes (números 6,7,8, y 9) se convierten en defensores, y los que eran defensores (números 1,2, y 3), se convierten, junto a 8, y 6, que están fuera, en los nuevos atacantes, finalizando el ejercicio, con la última situación de superioridad, 5x4. podemos observarlo en el siguiente diagrama:

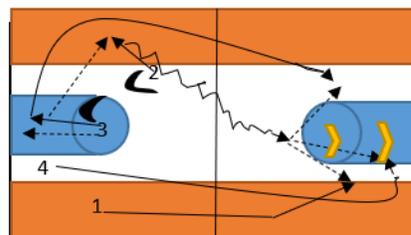


Toma de decisiones en la transición

inicia con rebote defensivo del jugador # 3 contra el tablero, evade la defensa le pasa a 2 que se desmarca a la prolongación del tiro libre botea buscando en centro mientras los jugadores 1 y 3 corren por los carriles externos, mientras 4, y 3, están esperando, a los atacantes en el aro contrario el jugador 2 tendrá 2 opciones pasarle a 1 o pasarle a 3. ya tenemos montada nuestra primera situación de superioridad, en este caso 3x2. lo vemos en el diagrama:

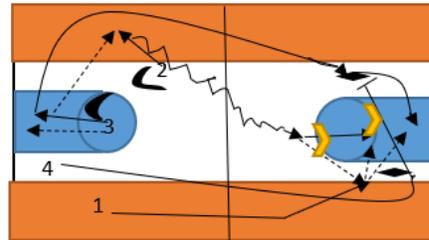


inicia con rebote defensivo del jugador # 3 contra el tablero, evade la defensa del jugador 6 le pasa a 2 que se desmarca a la prolongación del tiro libre recibe el pase botea buscando en centro mientras los jugadores 3,4 corren por los carriles externos, mientras los defensas, están esperando, a los nuevos atacantes en el aro contrario el jugador 2 tendrá 3 opciones pasarle a 1 esperar la pantalla de 4 a 3 para darle un pase cerca del aro o pasarle a 1 y realizar una toma y dame. ya tenemos montada nuestra tercera situación de



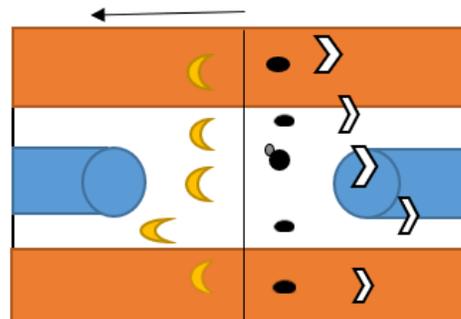
inicia con rebote defensivo del jugador # 3 contra el tablero, evade la defensa

del jugador 6 le pasa a 2 que se desmarca a la prolongación del tiro libre botea buscando en centro mientras los jugadores 3,4 corren por los carriles externos, mientras 8, y 9, están esperando, a los nuevos atacantes en el aro contrario el jugador 2 tendrá 3 opciones pasarle a 1 esperar la pantalla de 4 a 3 para darle un pase cerca del aro o pasarle a 1 y realizar una toma y dame. ya tenemos montada nuestra tercera situación de superioridad, en este caso 4x2. lo vemos en el diagrama:



Continuidad de juego

5x5x5 toda cancha
 tres equipos de cinco jugadores.
 se juega en toda la pista.
 un equipo a media pista con balón (equipo atacante).
 los otros dos equipos (defensores) colocados cada uno de ellos en diferente media pista.
 jugamos situaciones de 5x5x5, o sea, situaciones donde cada equipo defiende hasta media pista.



El equipo que anota sigue atacando hacia el aro contrario. si el equipo que defiende recupera el balón, sale atacando hacia el campo contrario.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones.

- La principal dificultad al entrenar esta metodología es dada, por el poco conocimiento sobre esta, los atletas a pesar de mostrar interés por lo novedoso su adaptación su comprensión es un poco más lenta que otras metodologías.
- La aplicación de la metodología nos ofrece la oportunidad de poder contar con una herramienta eficaz, que permite a nuestros atletas conocer y entrenar nuestro modelo, ya que la práctica está regida por la dimensión táctica que asume como guía todos los demás componentes del juego, rectorando todo el proceso de entrenamiento.

- Nos permite entrenar en situaciones de juego real facilitando una mejora en la toma de decisiones al estar los atletas sometidos a situaciones complejas que solo el juego constante nos permite modelar en el día a día de los entrenamientos.
- Principales contribuciones en la aplicación de la propuesta metodología.
- Mejoras en el rendimiento de las capacidades físicas, resistencia, velocidad y fuerza en relación con el trabajo en el juego.
- Mejora en la coordinación en los ritmos y tiempos del juego de forma individual y colectiva.
- Aumento de la concentración en de nuestros atletas en los juegos.
- Mejora en las interrelaciones personales de los atletas, al poder explotar sus habilidades individuales en función del equipo.

Referencias bibliográficas.

- Alzola Tamayo, A., Ortiz Fernández, D., Vaca, M. E., & Alzola Tamayo, S. (2019). Determinación estructural de la periodización táctica en el baloncesto femenino de la Espicha sede Morona Santiago Ecuador. *Ciencia Digital*, 3(3.1), 390-408. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.1.710>.
- Alfonso J. García F. (2018). Análisis del bloqueo directo en transición ofensiva en la Americup 2017) Tesis en opción al Título en Licenciatura en Educación Física, Recreación y Deporte. Instituto Universitario asociación cristiana de jóvenes licenciatura en Educación Física, Recreación y Deporte. Montevideo Uruguay
- Castro A A. (2019). Propuesta metodológica para entrenamiento de tareas de finalización en el fútbol femenino de Holguín. Tesis en opción al título de master en Pedagogía del Deporte y la Cultura Física Universidad de Holguín. Cuba.
- Davids, K., Güllich, A., Shuttleworth., R., & Araújo, D. (2017). Understanding Environmental and Task Constraints on Talent Development, En J. Baker, S. Cobley, J. Schorer & N. Wattie (Eds.), *Routledge Handbook of Talent Identification and Development in Sport*. Abingdon: Routledge.
- Freyre, V F. (2018). El entrenamiento de la fuerza explosiva en el Baloncesto. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Cultura Física. Universidad de Holguín. La Habana. Cuba.
- Gutiérrez, D., Fiset, J., García-López, L. M., & Contreras, O. (2014). Assessment of Secondary School Students' Game Performance Related to Tactical Contexts. *Journal of Human Kinetics*, 42, 223–234.
- Klimenko, O. Ayala, D Munera A y Rave, S (2020). Funciones ejecutivas, inteligencia contextual percibida y dimensión subjetiva en la toma de decisiones en deportistas con mayor y menor desempeño en las acciones ofensivas de 1v/s1 en el equipo de Baloncesto masculino de liga juvenil. Artículo de acceso abierto publicado por:

Revista Digital: Actividad Física y Deporte, bajo una licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0.

- Loaiza, P. G. (2017). Periodización táctica: planificación de una temporada en baloncesto de élite. Tesis en opción al Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. Universidad de Cádiz. España.
- Leica López L. La transición y su incidencia en los sistemas de juego de los deportistas de baloncesto. Tesis en opción al grado científico de Maestría en Cultura Física y entrenamiento deportivo. Universidad Técnica de Ambato Ecuador.
- Praxedes P. A. (2018). El diseño de tareas para el aprendizaje de las habilidades en el Fútbol de iniciación. una aplicación desde las perspectivas Cognitiva y Ecológica. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Cultura Física. Universidad de Extremadura. España.
- Serra O J. (2013). Conocimiento táctico y rendimiento de juego en fútbol en niños de 8 a 12 años.” Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Universidad Católica de San Antonio. Murcia. España.
- Suárez Cadenas. (2017). La toma de decisiones en baloncesto. Una propuesta de árboles decisionales para la enseñanza del bloqueo directo. ACCIÓN PSICOLÓGICA, junio 2017, vol. 14, n°. 1, 43-56. ISSN: 1578-908X <http://dx.doi.org/10.5944/ap.14.1.19259>
- Suárez Cadenas, (2016) Toma de decisiones y selección de tiro en Baloncesto: herramientas para la evaluación y el entrenamiento. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Universidad de Granada España. URI: <http://hdl.handle.net/10481/46449>
- Tamarit, X. (2007). ¿Qué es la “Periodización Táctica? Vivenciar el juego para condicionar el Juego. Pontevedra: Ed. Mcsports.
- Valero, I. A. (2016). Control y evaluación de la táctica ofensiva de los jugadores base de la categoría 13–15 años del deporte Baloncesto. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias de la Cultura Física. Universidad Central Martha Abreu. Villa Clara Cuba.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Ortiz Fernández, D., Alzola Tamayo, A., Sánchez Anilema, J. A., & Hechavarria George, O. (2020). Periodización táctica y la toma de decisiones en la transición ofensiva en el baloncesto femenino de la ESPOCH sede Morona Santiago Ecuador . *Ciencia Digital*, 4(3), 286-303. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1343>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Diseño de un mecanismo desacoplable para brindar ayuda en el proceso de movilidad al subir y bajar de un vehículo tipo sedan para personas discapacitadas



Design of a detachable mechanism to assist in the mobility process when getting on and off a sedan-type vehicle for disabled people

Edison Patricio Abarca Pérez.¹, Víctor David Bravo Morocho.², Edgar Javier Loor Solórzano.³ & Ianni Mera Angelo Salvatore.⁴

Recibido: 23-04-2020 / Revisado: 12-05-2020 / Aceptado: 23-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1351>

This work was carried out with the firm purpose of designing and building a detachable mechanism to provide assistance in the mobility process when getting on and off a sedan-type vehicle for disabled people at AFAPECH, a centre located in the Riobamba canton, Chimborazo Province, Ecuador; attending to the evident need in the mentioned centre for special equipment that provides help in the process of moving people with disabilities into or out of the vehicle, who, due to their condition, find it difficult to do so on their own. In the same way, reduce the effort that it causes to the people in charge of this daily task, thus avoiding possible injuries due to repetitive movements. Based on the collection of information on the requirements that should be reflected on the design, a design was made of a detachable mechanism that is mounted on the hinges of the front doors of the vehicle, whose operation is based on using an electric linear actuator commanded by joystick control, to facilitate its handling. In the same way, a hospital harness was used, which transports the disabled person from one point to another. For the subsequent construction of the mechanism, it was thought to use ASTM A500 carbon steel, whose mechanical property values were used

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. Riobamba, Ecuador. edison.abarca@epoch.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica. Riobamba, Ecuador. victor.bravo@epoch.edu.ec

³ Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador, edgar.loor@epoch.edu.ec

⁴ Investigador Independiente, Riobamba, Ecuador, angeloanni_95@outlook.es

to carry out the design validation in ANSYS; analyzing the efforts, deformations and safety factor, in order to guarantee the required reliability. After conducting the respective analyzes, it was observed that the parameters established at the beginning are met, its functionality being corroborated after its construction and use, since the people who used the system in the beginning, showed agreement; In addition, it was evidenced that the components did not suffer any damage during or after use.

Keywords: mechanism, mobility, disability, AFAPECH, vehicle.

Resumen.

El presente trabajo se realizó con el firme propósito de diseñar y construir un mecanismo desacoplable para brindar ayuda en el proceso de movilidad al subir y bajar de un vehículo tipo sedán para personas discapacitadas en AFAPECH, centro ubicado en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador; atendiendo a la evidente necesidad en dicho centro de un equipo especial que brinde ayuda en el proceso de movilizar hacia el interior o exterior del vehículo a las personas con discapacidad, que por su estado, se les dificultar realizarlo por sus propios medios. De igual manera, reducir el esfuerzo que provoca a las personas encargadas de esta tarea diariamente, evitando así que se puedan producir posibles lesiones por movimientos repetitivos. En base a la recolección de información de los requerimientos que debían plasmarse en el diseño, se procedió a realizar un diseño de un mecanismo desacoplable que se monta en las bisagras de las puertas delanteras del vehículo, cuyo funcionamiento se basa en usar un actuador lineal eléctrico comandado por un mando joystick, para facilitar su manejabilidad. Del mismo modo, se utilizó un arnés hospitalario, que traslada a la persona discapacitada desde un punto a otro. Para la posterior construcción del mecanismo, se pensó en usar acero al carbono ASTM A500, cuyos valores de propiedades mecánicas fueron utilizados para realizar la validación del diseño en ANSYS; analizando los esfuerzos, deformaciones y factor de seguridad, con el fin de garantizar la fiabilidad requerida. Realizadas los respectivos análisis, se observó que se cumple con los parámetros establecidos en un inicio, corroborándose su funcionalidad luego de su construcción y uso, ya que las personas que usaron el sistema en un principio mostraron conformidad; además de que se evidencio que los componentes no sufrieron daño alguno durante o después de su uso.

Palabras claves: mecanismo, movilidad, discapacidad, AFAPECH, vehículo.

Introducción.

El simple hecho para una persona con discapacidad de realizar ciertas tareas, puede resultar en una tarea difícil para ellos. Mientras una persona con ningún tipo de impedimento físico o intelectual, podría realizar una tarea simple sin el menor esfuerzo posible, una persona

discapacitada podría necesitar la ayuda de terceros o algún sistema o herramienta especial (Observatori de la Discapacitat Física, s.f.).

Hoy en día la calidad de vida de las personas discapacidades ha mejorado notablemente, en comparación a otros tiempos. Con el fin de brindar ayuda, tanto a ellos, como a su núcleo familiar, existen centros capacitados de apoyo que ofrecen sus servicios, muchas veces de forma gratuita, mostrándoles que la condición que les aqueja no es impedimento para disfrutar de una vida a plenitud.

Ya que en su mayoría, dichos centros funcionan sin fines de lucro, la falta de ayuda externa dificulta la adquisición de equipos necesarios, que las personas discapacitadas utilizan en su día a día, ya sea para terapias u otras actividades.

Un ejemplo claro de estos centros, se encuentra en la ciudad de Riobamba, en la provincia de Chimborazo, Ecuador, que lleva por nombre AFAPECH, que brinda servicios de ayuda a alrededor de veinte persona con diferentes tipos de discapacidad.

El hecho de que algunos de ellos sean trasladados diariamente al centro, en vehículos particulares de sus familiares, de tipo sedán en su mayoría, ocasiona que se torne un poco difícil la tarea de bajarlos o subirlos de los vehículos, hasta el punto de que a veces las personas encargadas de dicha tarea sufran lesiones producto de movimientos repetitivos (Simoneau, et al., s.f.).

Con base en lo descrito, claramente se puede notar que es necesario que el centro debe contar con un equipo especializado para realizar la tarea expuesta en cuestión.

Este trabajo, enfocado en ese fin, buscar desarrollar un diseño óptimo que satisfaga las necesidades latentes en el problema. Partiendo desde la recolección de información en base a un estudio metodológico, se busca la culminación exitosa de este trabajo, y que sirva de base para futuros trabajos a desarrollarse en este mismo ámbito.

Metodología.

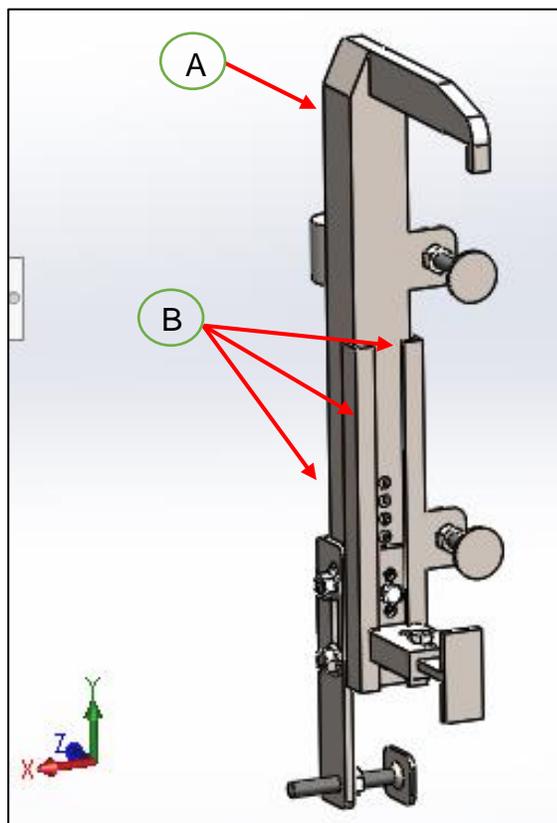
La recolección de datos como parte del proceso inicial investigativo para el diseño en ingeniería, es un pilar fundamental en la obtención de resultados satisfactorios. Para llevar a cabo el diseño preliminar fue necesario recolectar la información del peso de las personas con discapacidad de AFAPECH, en donde tres de ellos presentaron cualidades importantes al momento de desarrollarse el diseño: dos poseían un grado de discapacidad mayor al 85%, y la tercera, un cierto grado de sobrepeso en comparación con el resto (CONADIS, 2019;).

Dado que se obtuvieron rangos de peso por debajo de los 100 kg (220.5 lb), se optó por un diseño conservador, en donde se llegó a la concordancia de que el diseño del mecanismo

contemplará una capacidad de resistencia de hasta 100 kg sumado aparte el peso del dispositivo luego de su construcción además debe ser compacto y desmontable, para que facilitar su instalación o acople a los vehículos de tipo sedán, en los que se tiene pensado su uso.

Ya que el mecanismo en cuestión estaba planeado ser utilizado principalmente en vehículos tipo sedán, y dado a las características de estos (Arias, 2016), bajo dicha directriz se implementó el diseño de un soporte base, anclado en las bisagras del vehículo, cuyo ajuste en el marco de la puerta se maneja regulando unos apoyos en su parte frontal y lateral como se muestra en la figura 1, con el fin de que se pueda acoplar en la mayoría de vehículos del tipo mencionado.

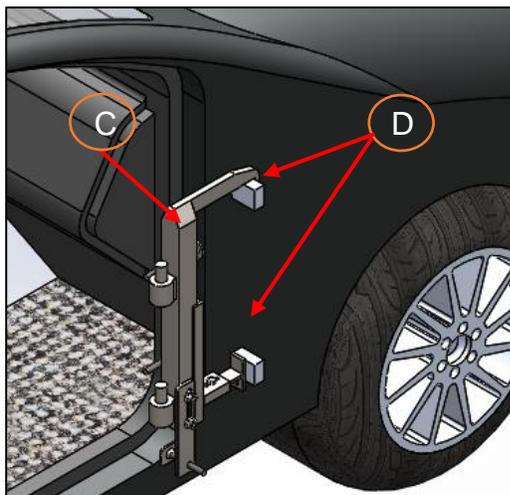
Figura 1. Diseño de soporte regulable (A. Soporte; B. Apoyos regulables)



Fuente: Elaboración propia.

Tal como se aprecia en la figura 2, los apoyos de regulación permitieron aportar mayor estabilidad en el mecanismo al momento de usarlo, con lo que se evitó de igual manera accidentes de cualquier índole durante su manipulación.

Figura 2. Soporte regulable anclado (C. Soporte; D. Bisagras del automóvil)

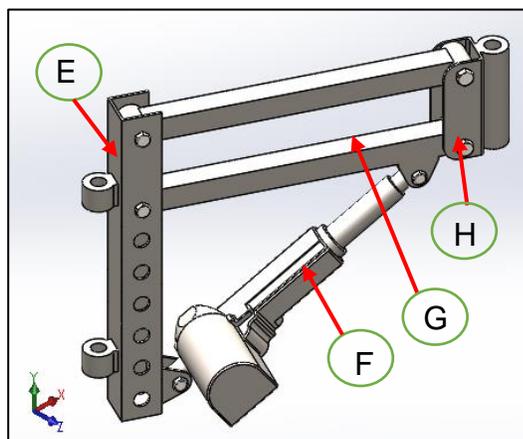


Fuente: Elaboración propia

La parte móvil del mecanismo estuvo distribuida por dos conjuntos esenciales que permiten adecuadamente su funcionamiento. El primer conjunto, figura 3, lo compone un soporte giratorio (E), que se anclaba al soporte regulable mencionado anteriormente. A este soporte se instaló un actuador lineal eléctrico (F), que controlando con un mando proporcionaba un movimiento lineal a dos tubos huecos de sección cuadrada (G), con lo que se podía levantar a la persona desde el asiento del vehículo o de la silla de ruedas

Un conector hueco (H) en el extremo final del conjunto permitía dar paso a la instalación del segundo conjunto, constituido por un brazo (I) y un agarre (J), como se detalla en la figura 4, donde se colocaba el arnés hospitalario que levantaría a la persona en cuestión (Tekvo Bioingeniería, 2019).

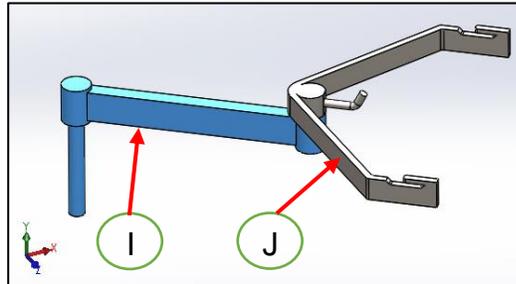
Figura 3. Conjunto 1 (E. Soporte giratorio; F. Actuador; G. Tubos cuadrados; H. Conector)



Fuente: Elaboración propia.

Este segundo conjunto integraba una parte primordial del sistema, lo cual su diseño jugaba un papel importante en lo relacionado con la seguridad que se buscaba brindar, sobre todo el brazo soporte del arnés.

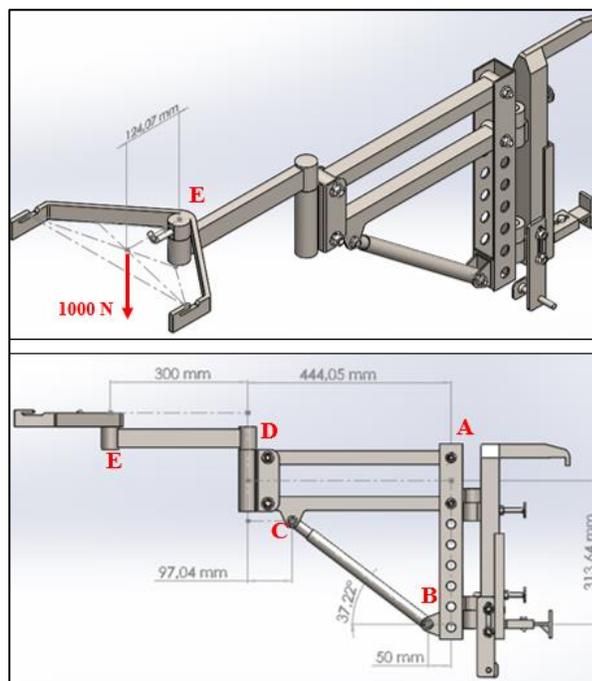
Figura 4. Conjunto 2 (I. Brazo del arnés; J. Agarre del arnés)



Fuente: Elaboración propia.

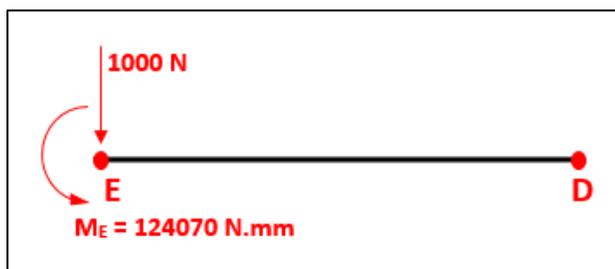
Por otra parte, para la selección del tipo de actuador lineal eléctrico a utilizarse, se debía conocer la fuerza que este necesita vencer en el instante en que se procede con el levantamiento de la persona desde su punto de reposo. Para tal fin era necesario obtener los valores de las fuerzas que se ejercen en el sistema durante la fase de trabajo, requiriendo así las respectivas medidas usadas en el diseño, figura 5.

Figura 5. Dimensiones del diseño



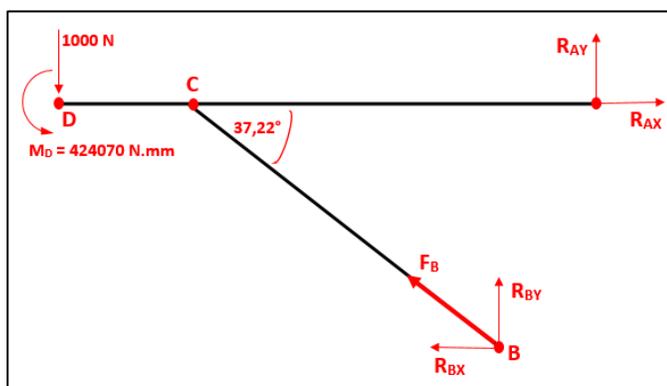
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Diagrama de cuerpo libre 1



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Diagrama de cuerpo libre 2



Fuente: Elaboración propia.

Mediante los diagramas de cuerpo libre, mostrados en la figura 6 y 7, y aplicando las condiciones de equilibrio respectivas, se obtuvieron las fuerzas de reacción requeridas:

$$F_B = 3074,18 \text{ N}$$

$$R_{Ay} = -859,50 \text{ N}$$

$$R_{Ax} = 2448,03 \text{ N}$$

Como se observa en los valores obtenidos, al momento de la selección del actuador, se debía considerar como primer punto, de que este debía vencer una fuerza aproximada de 3074,18N al momento de poner en funcionamiento el sistema; así mismo, se debió tomar en cuenta las dimensiones propias del actuador, y por ende la longitud de extensión de carrera del vástago.

Considerando tales puntos, se seleccionó un actuador lineal de la marca L&K, de 24 V de alimentación y con una fuerza de empuje de 6000 N, entre sus principales características, tabla 1. Este actuador fue la mejor opción para el trabajo a realizar con el mecanismo (LINAK, 2019).

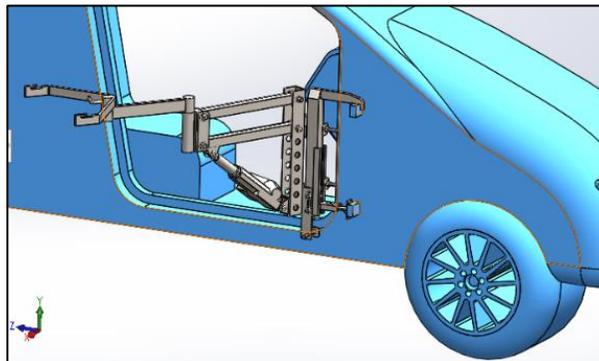
Tabla 1. Características del actuador lineal

Especificaciones técnicas del actuador lineal L&K LA32	
Fuente de alimentación	24V de corriente continua
Fuerza de empuje	6000 N
Carrera	200 mm
Medida básica de instalación	373 mm
Medida en estiramiento	573 mm
Interruptores de final de carrera	Incorporados (no ajustables)
Ciclo de trabajo	Max 10% o 2min/ 18min en uso continuo
Temperatura ambiente	+5°C a +40°C

Fuente: LINAK

Posterior al diseño total del dispositivo y selección del actuador lineal, se realizó una simulación asistida por computadora, para de ese modo validar el diseño realizado y de ser el caso, ser sometido a una optimización posterior.

Figura 8. Anclaje al vehículo



Fuente: Elaboración propia

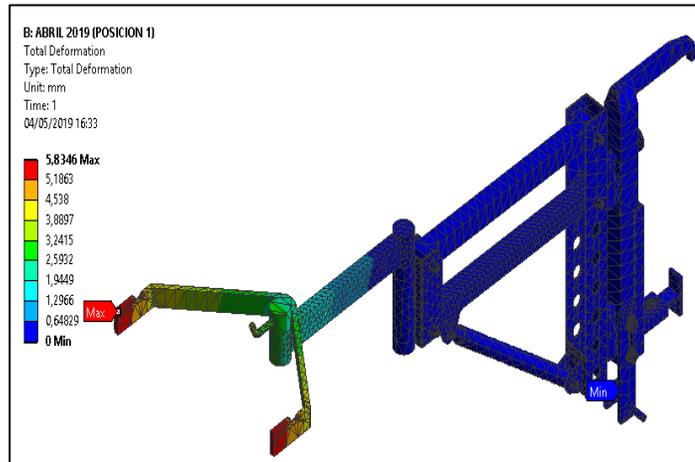
Resultados.

Mediante una validación del diseño en base a una simulación asistida por computadora, en ANSYS específicamente (Moaveni, 2003), se logró identificar los principales puntos en el mecanismo que estarían sometidos a una mayor concentración de esfuerzos.

Bajo el indicativo que el mecanismo sería construido posteriormente en acero estructural ASTM A500, se establecieron los parámetros característicos de dicho material durante el análisis de simulación (Materiales los Andes, s.f.).

Al poner en marcha la simulación del diseño se notó que se producía una deformación máxima de 5.8 mm en la parte de conexión del arnés ortopédico, tal como es observable en la figura 9.

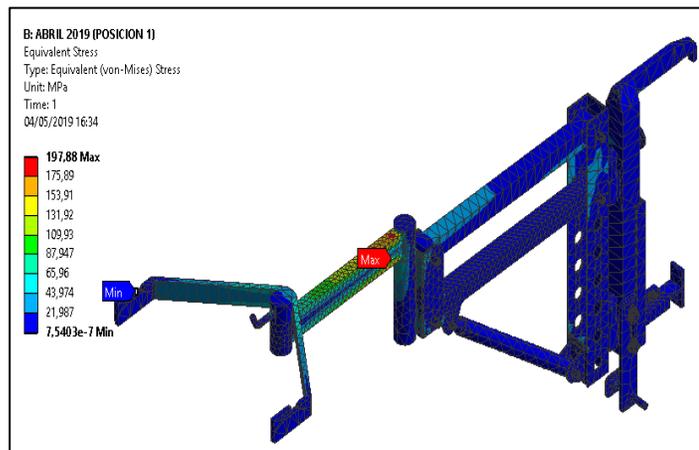
Figura 9. Simulación de deformación



Fuente: Elaboración propia

En lo relacionado a la concentración de esfuerzos, como se divisaba en la figura 10, el punto donde se divisaba la mayor concentración de carga fue en un punto cercano al anclaje del brazo soporte del agarre del arnés, con un valor aproximado de 197,88 MP.

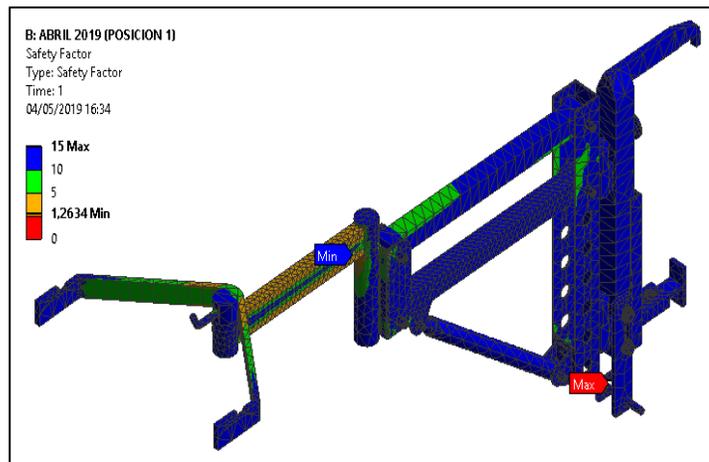
Figura 10. Simulación de esfuerzos



Fuente: Elaboración propia

Por último, en base a la corroboración de que el mecanismo no falle en el proceso de trabajo y cumpla con los requerimientos esperados, se obtuvo un factor de seguridad de 1.26 del sistema., tal como se aprecia en la figura 11 (Hibbeler, 2011; Hernáez, 2015).

Figura 11. Simulación factor de seguridad



Fuente: Elaboración propia.

Posterior al proceso de diseño y análisis, se procedió con la construcción del mecanismo en sí, utilizando en tubos cuadrados y rectangulares de acero estructural ASTM A500. Por otra parte, para brindar facilidad en el manejo del mismo, se instaló un mando joystick en el módulo del actuador, que controla así, el desplazamiento del vástago. El funcionamiento e instalación del sistema se puede observar en la figura 12.

Figura 12. Pruebas de funcionamiento del mecanismo



Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones.

- El mecanismo trabaja con un peso máximo de hasta 100 kg, con el fin de garantizar la fiabilidad del mismo y evitar fallas en los componentes, además de que su soporte

base debe ser regulable, para que se acople a los diferentes modelos de vehículos tipos sedan.

- Debido a que se está trabajado con personas con grados de discapacidad alto, se debe utilizar un arnés del tipo hospitalito, el cual reúne las características necesarias para el traslado de personas en esta condición.
- Usar un actuador eléctrico para poner en funcionamiento el mecanismo, es la ideal opción en este caso, ya que reúne características claves en lo referente a peso, instalación, ruidos y costo, en comparación a otros sistema que podrían realizar el mismo trabajo, pero con algunas desventajas en contra, tal como un sistema hidráulico o neumático.
- Que el mecanismo sea desmontable, facilita enormemente su traslado en el maletero de cualquier vehículo, gracias a su compacto diseño.
- En la validación del diseño, se obtuvieron valores de esfuerzo, deformación y factor de seguridad con valores aceptables dentro de lo permisible, lo que garantiza su funcionalidad en el trabajo sin que pudiera presentar posibles fallas.

Referencias bibliográficas.

Hernández, D. (24 de junio de 2015). Esfuerzo equivalente de Von Mises. Wordpress. Recuperado el 09 Febrero de 2019, desde <https://dhernaez73.wordpress.com/2015/06/24/calculo-de-maquinas-esfuerzo-equivalente-de-von-mises/>

Arias, M. (2016). Manual de automóviles (55a. ed., p. 43). Dossat 2000.

CONADIS. (2019). Estadísticas de Discapacidad. Recuperado el 07 mayo 2019 de <https://www.consejodiscapacidades.gob.ec/estadisticas-de-discapacidad/>

Hibbeler, R. (2011). Mecánica de materiales (8va ed., pp. 3-46). Pearson Educación.

Ianni, A., y Loor, E. (2019). Diseño y construcción de un sistema desmontable para facilitar la movilidad de personas con capacidades especiales hacia el interior y exterior de los vehículos tipo sedán utilizados en AFAPECH – Riobamba [Tesis]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Automotriz. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11631>

IMSERSO. (2000). Valoración de las situaciones de minusvalía. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Secretaria General de Asuntos Sociales e Instituto de migraciones y servicios (Eds.). GRAFO. <http://sid.usal.es/idocs/F8/8.1-4569/Valoraciones.pdf>

LINAK. (2019). Linear actuators. Recuperado el 10 de enero de 2019, de <https://www.linak.com/products/linear-actuators/>

Materiales los Andes. (s.f.). Tubería y Perfilera: Tubos estructurales. Recuperado el 01 de febrero de 2019, de http://www.materialeslosandes.com/unicon_tubos_estructurales.html

Moaveni, S. (2003). Finite elements analysis: theory and application with ANSYS (2da. ed., pp. 5-229). Pearson Educación.

Observatori de la Discapacitat Física. (s.f.). La discapacidad física: ¿Qué es y qué tipos hay? <http://www.observatoridiscapacitat.org/es/la-discapacidad-fisica-que-es-y-que-tipos-hay>

Presidencia de la república del Ecuador. (2017). Reglamento a la ley orgánica de discapacidades. [Decreto ejecutivo]. Consejo Nacional para la Igualdad de Discapacidades. Recuperado el 26 noviembre 2018, desde <https://www.fomentoacademico.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/Reglamento-a-la-Ley-Orga%cc%81nica-de-Discapacidades.pdf>

Simoneau, S., St-Vicent, M., y Chicoine, D. (s.f.). Lesiones por movimientos repetitivos. Comprenderlas para prevenirlas [En línea]. Traducido por José Manrique. EVES. pp. 5-15. <http://publicaciones.san.gva.es/publicaciones/documentos/V.4222-2008.pdf>

Tekvo Bioingeniería. (2019). Arnesees – Eslingas. Recuperado el 3 febrero de 2019, de <https://www.tekvobioingenieria.com/soluciones/arneses-eslingas>.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Abarca Pérez, E. P., Bravo Morocho, V. D., Loor Solórzano, E. J., & Angelo Salvattore, I. M. (2020). Diseño de un mecanismo desacoplable para brindar ayuda en el proceso de movilidad al subir y bajar de un vehículo tipo sedan para personas discapacitadas. *Ciencia Digital*, 4(3), 304-316. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1351>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Priorización del mantenimiento mediante la determinación del número prioritario de riesgo, y el análisis de modos y efectos de fallos de una máquina de inyección de poliuretano de alta presión



Prioritization of maintenance by determining the priority number of risk, and analysis of modes and effects of failures of a high pressure polyurethane injection machine

Angel Daniel Larrea Moreano.¹, Cristian David Redrobán Dillon.² & Antonio Gabriel Castillo Medina.³

Recibido: 24-04-2020 / Revisado: 13-05-2020 / Aceptado: 22-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1353>

Prioritization of activities is very important, to know the importance of performing a maintenance activity. The Modes Analysis Methodology and Failure Effects (AMEF), is a tool that allows us to prioritize the maintenance care for equipment; currently this tool is applied to determine the risk level of the equipment, according on the study of equipment failures, their severity, occurrence probability and failure detectability. The methodology was applied to a high-pressure polyurethane injection machine; for this the work was divided into two parts. The first part was based on the Analysis and Performance Determination and its operational context within the production line, and the second part the equipment failure modes is determined, and based on them the risk of failures and failure modes was determined in a Number of Risk Priority. Giving us as result, 7 failure modes of the 16 analyzed, have a potential risk of happening, and can directly affect the performance of the equipment's operational context. Therefore maintenance activities with their respective priority are established. It was found that 7 of the 16 failure modes are potential main causes

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. dlarrea@esPOCH.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. david.redroban@esPOCH.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. antoniog.castillo@esPOCH.edu.ec

for equipment functional failure, therefore those must be prevented. The main problems of the equipment are: Partially clogged pipes, Inadequate temperature, based on the Priority Risk Number analysis, there is no electricity supply. It was determined that the tasks of Inspection and cleaning of pipe, Calibration of pressure and temperature controls, Checking the power supply and its parameters are tasks to avoid functional failures and decrease the equipment failure by 42.8%.

Keywords: failure, failure mode, risk priority number; maintenance tasks, high pressure polyurethane injection machine.

Resumen.

La priorización de las actividades es muy importante para saber la importancia de ejecutar una actividad de mantenimiento. La metodología del Análisis de Modos y Efectos de Fallo (AMEF) es una herramienta que permite priorizar la atención del mantenimiento para los equipos; esta herramienta en la actualidad se la aplica para determinar el nivel de riesgo de los equipos en base al estudio de las fallas de los equipos, su severidad, probabilidad de ocurrencia y la detectabilidad de la falla. La metodología se aplicó a una máquina de inyección de poliuretano de alta presión; para esto el trabajo se dividió en dos partes, la primera se basó en el Análisis y Determinación del funcionamiento y su contexto operacional dentro de la línea de producción, y la segunda parte se determinaron los modos de falla de los equipos y en base a ellos se determinó en Número de Prioridad de Riesgo de las fallas y sus modos de falla, dándonos como resultado que 7 modos de falla de los 16 analizados, tienen un riesgo potencial de ocurrencia y pueden afectar directamente al desempeño del contexto operacional del equipo, por lo que se establecen actividades de mantenimiento con su respectiva prioridad. Se encontró que 7 de los 16 modos de falla son potenciales causas principales para el fallo funcional del equipo por lo que se deben prevenir. Los principales problemas del equipo son: Cañerías Parcialmente obstruidas; Temperatura inadecuada; No existe suministro de electricidad en base al análisis del Número Prioritario de Riesgo. Se determinaron que las tareas de Inspección y limpieza de cañerías; Calibración de los controles de presión y temperatura; Revisar la alimentación eléctrica y sus parámetros son tareas para evitar fallas funcionales y disminuir en un 42.8% de probabilidad que el equipo falle.

Palabras claves: falla, modos de falla, numero de prioridad de riesgo, tareas de mantenimiento, máquina de inyección de poliuretano de alta presión.

Introducción.

Las últimas dos décadas fueron testigos de importantes avances en el desarrollo de nuevas estrategias de mantenimiento. El progreso en el área de mantenimiento ha sido motivado por el aumento en el número, tamaño, complejidad y variedad de activos físicos; creciente conciencia del impacto del mantenimiento en el medio ambiente, la seguridad del personal, la rentabilidad del negocio y la calidad de los productos. (Haddara, 2003), el mantenimiento

se ha dedicado a realizar planes de mantenimiento adecuados, empleando diferentes técnicas y herramientas.

Hay que considerar que es necesario priorizar las actividades que se llevan a cabo en un equipo en base al análisis de riesgos ya que esto permite realizar la Planificación del mantenimiento, optimizando el plan de mantenimiento para reducir la probabilidad de los fallos que sobrepasan el criterio de aceptación, reduciendo así su riesgo. (Ltd, 2013)

Para ello se pueden emplear diferentes técnicas que permiten estimar el riesgo, una de estas herramientas es el AMEF que es una herramienta excelente para identificar la importancia del Diseño o Características del Proceso y Funciones relacionadas con las fallas de efectos. (Carrasco, s.f.)

Una máquina de inyección de poliuretano de alta presión se emplea para resolver problemas como por ejemplo de aislamiento térmico y acústico, relleno de juntas, sellando de corrientes de aire y olores, entre otros. Se adhiere a la mayoría de los materiales de construcción, excepto películas de polietileno, siliconas y teflón, además estos productos son respetuosos con el medio ambiente, no son tóxicos y de fácil aplicación.

El mantenimiento aplicado a este equipo debe ser adecuado con el fin de alcanzar una alta disponibilidad, considerando que el equipo presenta un sin número de inconvenientes al momento de realizar su función es recomendable determinar qué actividades de mantenimiento tendría mayor prioridad frente a otras.

Metodología.

Para la priorización de las tareas de mantenimiento existen diferentes métodos y herramientas, sin embargo, para este equipo se emplea el Análisis de Modos y Efectos de Falla en una máquina de inyección de poliuretano de alta presión, la cual oferta el servicio de aislamiento térmico a buses, furgones y galpones.

Para el desarrollo de la técnica de mejora continua denominado “Análisis de Modos y Efectos de Falla” se tomó la metodología de Moubray; RCM II. Adicionalmente, se desarrolló el cálculo del número prioritario de riesgo (NPR) para la toma de la acción correctiva necesaria.

Para un buen desarrollo del análisis de riesgo del equipo se consideran los siguientes pasos:

- Definición de la función del equipo
- Determinación de fallas
- Determinación de los modos de falla
- Determinación de los efectos de falla

1. **Definición de la función del equipo:** La enunciación de una función debe consistir de un verbo, un objeto, y el nivel de desempeño deseado (Moubray, 2004)

2. **Determinación de fallas:** Se define “falla” como la incapacidad de un bien de cumplir con las funciones que el usuario espera realice. Y define a la falla (Moubray, 2004) el autor nos menciona que existe la falla funcional y de esta se clasifican en dos tipos de fallo Falla total y parcial. Sin embargo, consideramos el desarrollo de lo que menciona la norma. La norma UNE EN 060 300 menciona que los fallos funcionales incluyen (AENOR, 2013):

- a) pérdida completa de la función;
- b) incapacidad de satisfacer el requisito de funcionamiento;
- c) función intermitente;
- d) funcionamiento cuando se requiera.

3. **Determinación de los modos de falla:** forma en la que una pieza o conjunto pudiera fallar potencialmente a la hora de satisfacer el propósito de diseño/proceso, los requisitos de rendimiento y/o las expectativas del cliente. (ESPAÑA, 2004) por lo que se podría concluir que el modo de falla es la causa por la cual un equipo podría llegar a fallar funcionalmente.

Para facilitar la determinación de los modos de fallo, menciona Morales en su libro, se puede técnica de los 5 porqués que consiste en la exploración de un problema por medio de la causa-efecto repitiendo cinco veces la sencilla pregunta ¿Por qué? (Morales, 2013).

4. **Determinación de los efectos de falla:** Es necesario determinar el efecto de la falla debido al respectivo modo de falla. Es por lo que Moubray nos dice que el efecto de falla describe lo que pasa cuando ocurre un modo de falla. (Moubray, 2004).

5. **Determinación del estado actual:** En este punto se debe considerar el cálculo del Número Prioritario de riesgo (NPR) o conocido también como Índice de Prioridad de Riesgo (IPR). Es necesario considerar las ponderaciones de Severidad (Gravedad, Según otros autores), Ocurrencia (Frecuencia) y Detección (Detectabilidad).

La ocurrencia se clasifica según la probabilidad de falla, que representa el número relativo de fallas anticipadas durante la vida de diseño del artículo. (Peldez, 1995)

La gravedad se clasifica según la gravedad del efecto del modo de falla. Los efectos de un modo de falla normalmente se describen por los efectos en el usuario del producto o como los vería el usuario. Por ejemplo, algunos efectos de falla comunes para los automóviles son: ruido excesivo, operación intermitente, control deficiente y manejo brusco. (Peldez, 1995)

La capacidad de detección es una evaluación de la capacidad de un programa de verificación de diseño propuesto para identificar una debilidad potencial antes de que la pieza o el ensamblaje salgan a producción. (Peldez, 1995)

El cuadro de clasificación de tal índice debería diseñarlo cada empresa en función del producto, servicio, proceso en concreto. Generalmente el rango es con números enteros, en la tabla adjunta la puntuación va del 1 al 10, aunque a veces se usan rangos menores (de 1 a 5) (ESPAÑA, 2004). Es necesario que las ponderaciones se ajusten a la realidad de cada empresa y a la importancia que le enfoquen los departamentos. En este caso se aplicaron las siguientes ponderaciones:

Tabla 1. Clasificación de la gravedad del modo fallo según la repercusión en el cliente/usuario

Valor	Severidad (S) Criterio
1	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.
2-3	El tipo de fallo originaria un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observara un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable
4-6	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema
7-8	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.
9-10	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Clasificación de la frecuencia/ probabilidad de ocurrencia del modo de fallo

Valor	Ocurrencia (O) Criterio
--------------	------------------------------------

1	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.
2-3	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.
4-5	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.
6-8	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.
9-10	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Clasificación de la facilidad de detección del modo de fallo

Valor	Detección (D) Criterio
1	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes
2-3	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque sería detectado con toda seguridad a posteriori.
4-6	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción
7-8	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento
9-10	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se evalúan los índices de criticidad en base a los factores de Severidad, Probabilidad de Ocurrencia y Probabilidad de detección, La estimación de la significancia se realizó calculando el IR a través de la siguiente: (Cartín-Rojas, Villarreal, & Morera, 2014)

fórmula:

$$IR = S \times O \times D$$

Donde:

S = Severidad del riesgo

O = Probabilidad de ocurrencia

D = Probabilidad de detección

En la actualidad surgen propuestas para mejorar los criterios de priorización del AMEF tradicional, mediante varios enfoques como:

- RPR (1-1,000)

Se ha definido una nueva escala para la priorización del riesgo, que se extiende más allá de la RPR convencional. Los números enteros del 1 al 1,000 se usan para representar el riesgo creciente de las 1,000 combinaciones posibles de detección de ocurrencia de gravedad, llamadas RPR. Las 1,000 combinaciones son tabuladas por un experto para aumentar el riesgo. Las fallas que tienen un rango más alto se indican como las más importantes y se les da una prioridad más alta que las que tienen un rango más bajo. La caracterización de este sistema se basa en el conocimiento experto, generalmente en forma de reglas "If-Then", que se implementan fácilmente mediante declaraciones condicionales. (Prabhu, 2000)

- Números de prioridad de riesgo difusos (FRPN) para la priorización de los modos de falla, definido como la media geométrica ponderada difusa de los valores difusos determinados para los tres factores (S, O y D), calculados utilizando conjuntos de nivel alfa y modelos de programación lineal. El número FRPN, utiliza un método de centroides basada en conjuntos de niveles alfa. (Wang, 2007)

6. **Determinación de acciones correctoras (Mantenimiento):** Se describirá en este apartado la acción correctora propuesta. Generalmente el tipo de acción correctora que elegiremos seguirá los siguientes criterios, de ser posible: (ESPAÑA, 2004)

- Cambio en el diseño del producto, servicio o proceso general.
- Cambio en el proceso de fabricación.
- Incremento del control o la inspección

A partir de las acciones correctoras consideradas se podrá emplear el mantenimiento Correctivo y Preventivo dependiendo del componente o ítem relacionado al modo de falla y su Prioridad.

Hay que considerar que el mantenimiento correctivo se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en que pueda realizar una función requerida. (AENOR, Terminología del Mantenimiento, 2018)

Mientras que el mantenimiento Preventivo es llevado a cabo para evaluar y/o mitigar la degradación y reducir la probabilidad de fallo de un elemento. (AENOR, Terminología del Mantenimiento, 2018), teniendo en cuenta sus definiciones se podrá establecer un plan de mantenimiento.

Este último no es más que un documento que contiene el conjunto de tareas de mantenimiento programado que debemos realizar en una planta para asegurar los niveles de disponibilidad que se hayan establecido. (Garrido, 2003)

Las tareas de mantenimiento indican qué acción, o conjunto de acciones, debe realizar un técnico de mantenimiento para completar una orden de trabajo. (Aprendizaje, 2020)

Discusión y resultados.

La priorización de las actividades de mantenimiento es necesaria para poder combatir o mitigar los riesgos y los efectos que se desencadenen debido a una falla funcional sea esta total o parcial.

Las tareas priorizadas se encontraron de la siguiente manera:

1. Definición de la función del equipo:

Tabla 4. Parámetros técnicos de la máquina.

Modelo	JBW-A200 Polyurethane Spray Machine
Máxima presión de trabajo	15 Mpa
Longitud máxima de cañería	60 m
Temperatura máxima del fluido	80°C
Caudal máximo de salida	8 kg/min
Presión de aire requerida	0,5-0,8 Mpa 1m ³ /min
Potencia	8000 W
Voltaje	Una fase 220 V/50 Hz/35 A Tres fases 380 V/50 Hz/20 A

Dimensiones de la máquina	(550x700x1200) mm
Peso neto	150 kg

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Máquina de inyección de poliuretano de alta presión.



Fuente: Empresa de Sellado de carrocerías

En base a las diferentes fuentes con que se cuenta como experiencia de los trabajadores, catálogos y el equipo de mantenimiento se pudo establecer La función principal de la máquina de Inyección de Poliuretano:

- Inyectar de forma continua espuma de poliuretano suave o rígido durante la producción de aislamientos térmicos.

2. Determinación de fallas:

Teniendo en cuenta las diferentes fuentes de información y considerando que las fallas funcionales pueden ser totales o parciales, se encontró un listado de fallos estos fallos son los que frecuentemente suelen suceder en el equipo:

- Consideramos cuando la Inyectora es Totalmente incapaz de inyectar de forma continua espuma de poliuretano suave o rígida durante la producción de aislamientos térmicos.
- Cuando la máquina Inyecta espuma de poliuretano en niveles inferiores de los estándares de funcionamientos elegidos por el usuario.

3. Determinación de los modos de falla:

Teniendo en cuenta que los modos de falla son las causa para que aparezcan las fallas, sen encontró los siguientes modos de falla según cada fallo:

Falla Total: Consideramos cuando la Inyectora es Totalmente incapaz de inyectar de forma continua espuma de poliuretano suave o rígida durante la producción de aislamientos térmicos.

Modos de fallo:

- No existe suministro de electricidad.
- Sistema electrónico descalibrado.
- No hay Presión de trabajo.
- Válvula de reguladora de presión con fugas.
- Válvula reguladora de presión tiene desgastados los asientos y no sella.
- Fugas de calor en el calentador.
- Potencia inadecuada suministrada a la varilla de calentamiento.
- Boquilla de la pistola obstruida.

Falla Parcial: la máquina Inyecta espuma de poliuretano en niveles inferiores de los estándares de funcionamientos elegidos por el usuario

Modos de Fallos:

- Presión inadecuada de trabajo.
- Válvula reguladora de presión tiene desgastados los asientos y no sella.
- Cañerías Parcialmente obstruidas.
- El suministro de energía no es el requerido.
- Suministro de energía intermitente.
- No se activan las alarmas del equipo.
- Temperatura inadecuada.

4. Determinación de los efectos de falla:

Los efectos de falla como sabemos indican como nos damos cuenta de que una falla se ha presentado por un modo de falla específico, es por esto que una vez que se encontró los modos de falla se procede a determinar los efectos de que existan esos modos de fallo.

Tabla 5. Modos de Falla y Sus efectos

Modos de fallo	Efectos de fallo
No existe suministro de electricidad	El equipo no enciende

Sistema electrónico descalibrado	El equipo enciende normalmente pero no se puede trabajar debido a que no se inyecta el suministro de aire adecuado ni la temperatura es la requerida
No hay Presión de trabajo	El equipo no funciona debido a a que no se presuriza el líquido utilizado
Válvula de reguladora de presión con fugas.	Se puede notar la presencia de fugas por el cuerpo o sellos de la válvula, perdiendo presión que es notable en los indicadores de presión.
Válvula reguladora de presión tiene desgastados los asientos y no sella	La válvula no regula la presión por lo cual no se puede presurizar el líquido a la hora de realizar el trabajo.
Fugas de calor en el calentador	Se evidencia que el calor es palpable y también se nota que la pistola no alcanza la temperatura adecuada
Potencia inadecuada suministrada a la varilla de calentamiento	El indicador de temperatura muestra que la varilla no produce suficiente calor para ser suministrada a la pistola
Boquilla de la pistola obstruida	El suministro de pintura se va reduciendo a medida que se realiza el trabajo.
Presión inadecuada de trabajo	Se observa que el producto final no tiene las características adecuadas debido a la falta de presión
Válvula reguladora de presión tiene desgastados los asientos y no sella	Se observa que el producto final no tiene las características adecuadas debido a la falta de presión
Cañerías Parcialmente obstruidas	El caudal de suministro de la pintura se ve reducido considerablemente
El suministro de energía no es el requerido	El equipo funciona de forma intermitente, observado que algunos elementos se queman o se desconectan.
Suministro de energía intermitente	El equipo funciona de forma intermitente, observado que algunos elementos se queman o se desconectan.
No se activan las alarmas del equipo	las diferentes alarmas del sistema de control permanecen apagadas, resultando en una condición peligrosa debido a que no se sabe si el equipo está operando o no

Temperatura inadecuada	La pintura suministrada no se adhiere de forma adecuada a la superficie a cubrir debido a su temperatura inferior a la necesaria
------------------------	--

Fuente: Elaboración propia.

De este modo se identificaron los efectos de fallo para considerar el riesgo y posteriormente las tareas de mantenimiento.

5. Determinación del estado actual

La evaluación de la situación actual del equipo es donde se evidencia si la empresa ha considerado tareas de mantenimiento y las ha aplicado al equipo con anterioridad.

Adicional a esto se procede a determinar el NPR, por sus siglas en inglés (Risk Priority Number), es el producto de multiplicar la severidad, la ocurrencia, y la detección o detectabilidad. El NPR es un número entre 1 y 1000 que nos indica la prioridad que se le debe dar a cada falla para eliminarla. Cuando el RPN es superior a 100 es un claro indicador de que deben implementarse acciones de prevención o corrección para evitar la ocurrencia de las fallas, de forma prioritaria. Sin embargo, el objetivo general es el de tratar todas las fallas; muchos expertos coinciden en que un RPN superior a 30 requiere de un despliegue enfocado en el tratamiento del modo de falla. (MOLINA, 2018)

Tabla 6. Estado Actual del equipo y Evaluación de Riesgos.

Time is it hello hello	Modos de fallo	Efectos de fallo	Medidas de ensayo y control previstas	S O D			NPR
				S	O	D	
A.1	No existe suministro de electricidad	El equipo no enciende	Ninguna	8	4	4	128
A.2	Sistema electrónico descalibrado	El equipo enciende normalmente pero no se puede trabajar debido a que no se inyecta el suministro de aire adecuado ni la temperatura es la requerida	Ninguna	8	2	4	64

A.3	No hay Presión de trabajo	El equipo no funciona debido a que no se presuriza el líquido utilizado Se puede notar la presencia de fugas	Ninguna	8	2	4	64
A.4	Válvula reguladora de presión con fugas.	de por el cuerpo o sellos de la válvula, perdiendo presión que es notable en los indicadores de presión.	Ninguna	6	2	4	48
A.5	Válvula reguladora de presión tiene desgastados los asientos y no sella	La válvula no regula la presión por lo cual no se puede presurizar el líquido a la hora de realizar el trabajo.	Ninguna	6	2	1	12
A.6	Fugas de calor en el calentador.	Se evidencia que el calor es palpable y también se nota que la pistola no alcanza la temperatura adecuada	Ninguna	8	1	8	64
A.7	Potencia inadecuada suministrada a la varilla de calentamiento	El indicador de temperatura muestra que la varilla no produce suficiente calor para ser suministrada a la pistola	Ninguna	8	1	8	64
A.8	Boquilla de la pistola obstruida	El suministro de pintura se va reduciendo a medida que se realiza el trabajo.	Ninguna	4	7	4	112
B.1	Presión inadecuada de trabajo	Se observa que el producto final no tiene las características	Ninguna	6	2	4	48

		adecuadas debido a la falta de presión					
B.2	Válvula reguladora de presión tiene desgastados los asientos y no sella	Se observa que el producto final no tiene las características adecuadas debido a la falta de presión	Ninguna	6	2	1	12
B.3	Cañerías Parcialmente obstruidas	El caudal de suministro de la pintura se ve reducido considerablemente	Ninguna	5	7	5	175
B.4	El suministro de energía no es el requerido	intermitente, observado que algunos elementos se queman o se desconectan.	Ninguna	5	6	4	120
B.5	Suministro de energía intermitente	El equipo funciona de forma intermitente, observado que algunos elementos se queman o se desconectan.	Ninguna	5	6	4	120
B.6	No se activan las alarmas del equipo.	El equipo funciona de forma intermitente, las diferentes alarmas del sistema de control permanecen apagadas, resultando en una condición peligrosa debido a que no se sabe si el equipo está operando o no	Ninguna	2	4	1	8
B.7	Temperatura inadecuada	La pintura suministrada no se adhiere de forma	Ninguna	7	5	5	175

adecuada a la superficie a cubrir debido a su temperatura inferior a la necesaria

Fuente: Elaboración propia.

6. Determinación de acciones correctoras (Mantenimiento):

Una vez que se ha determinado el Índice de Riesgo de cada modo de fallo, se deben ordenar los valores para poder estructurar las tareas de las que tienen mayor riesgo, hasta las de menor riesgo, de este modo se establecerá que tipo de mantenimiento se aplicará, teniendo como resultado:

De la determinación de 16 modos de falla en el equipo existen, 7 modos de falla con un índice de prioridad de riesgo alto.

Mientras que, durante el cálculo del NPR se obtuvieron valores elevados y pequeños, pero se debe tomar en cuenta que, los números elevados son a los cuales se pone más énfasis a la hora de realizar acciones correctivas.

Para definir las acciones de mayor a menor importancia se definió una escala, como se describe a continuación:

- $NPR > 100$: se toman acciones correctivas que deben ser realizadas con la mayor prontitud.
- $50 > NPR < 100$: se toman acciones correctivas que van a ser realizadas con una mediana prontitud.
- $NPR < 50$: se toman acciones correctivas que deben ser realizadas, pero en orden de criticidad son bajas.

Con estos datos se determinan las actividades de mantenimiento que prevendrán o corregirán los modos de fallo determinados, como resultado tenemos:

Tabla 7. Acciones correctoras en base al Riesgo.

Modos de fallo	Npr	Acción correctora
B.3 Cañerías Parcialmente obstruidas	175	Inspección y limpieza de cañerías
B.7 Temperatura inadecuada	150	Calibrar adecuadamente los controles de presión y temperatura

A.1	No existe suministro de electricidad	128	Revisar la alimentación eléctrica y sus parámetros
B.4	El suministro de energía no es el requerido	120	Ajuste de elementos eléctricos / Verificar parámetros eléctricos
B.5	Suministro de energía intermitente	120	Ajuste de elementos eléctricos / Verificar parámetros eléctricos
A.8	Boquilla de la pistola obstruida	112	Revisar el estado de las boquillas
A.2	Sistema electrónico descalibrado	64	Regular los dispositivos que controlan la temperatura y presión de trabajo
A.3	No hay Presión de trabajo	64	Inspeccionar la entrada de aire y su almacenamiento
A.6	Fugas de calor en el calentador.	64	Revisar el estado de los aisladores térmicos en búsqueda de condiciones anormales de funcionamiento
A.7	Potencia inadecuada suministrada a la varilla de calentamiento	64	Revisar el estado de los sensores y controladores de temperatura
A.4	Válvula de reguladora de presión con fugas.	48	Revisión del estado de la válvula reguladora en búsqueda de condiciones anormales.
B.1	Presión inadecuada de trabajo	48	Verificar y calibrar la presión de trabajo y de ser necesario cambiar sellos
A.5	Válvula reguladora de presión tiene desgastados los asientos y no sella	12	Pruebas de funcionamiento de la válvula para accionar el flujo del fluido
B.2	Válvula reguladora de presión tiene desgastados los asientos y no sella	12	Verificar el funcionamiento de la válvula de presión/ Calibración de la válvula de presión
B.6	No se activan las alarmas del equipo.	8	Ajuste de elementos eléctrico / Reemplazo de elementos de ser necesario

Fuente: Elaboración propia.

Se Puede observar que: La Inspección y limpieza de cañerías; Calibrar adecuadamente los controles de presión y temperatura; Revisar la alimentación eléctrica y sus parámetros, son

tareas que disminuirían un 42.82% de probabilidad de que el equipo presente fallas funcionales.

Conclusiones.

- Se encontró que 7 de los 16 modos de falla son potenciales causas principales para el fallo funcional del equipo por lo que se deben prevenir.
- Los modos de falla que representan mayor riesgo para el funcionamiento del equipo son: Cañerías Parcialmente obstruidas; Temperatura inadecuada; No existe suministro de electricidad en base al análisis del Número Prioritario de Riesgo.
- La Inspección y limpieza de cañerías; Calibrar adecuadamente los controles de presión y temperatura; Revisar la alimentación eléctrica y sus parámetros son las tareas más importantes que se deben llevar a cabo en el equipo para evitar fallas funcionales y así disminuir en un 42.8% de probabilidad de que el equipo falle.
- La priorización de las actividades de mantenimiento es necesarias en los sistemas que brindan un servicio por tiempos continuos de modo que estén disponibles todo el tiempo.
- El análisis de Modos y Efectos de fallo es una herramienta amigable de emplear siempre y cuando se cuente con los datos técnicos necesarios para emplearlo. Y el criterio del personal fundamentado en la herramienta.

Referencias bibliográficas.

- AENOR. (2013). Gestión de la confiabilidad. Parte 3-11: Guía de aplicación; Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad. España, España.
- AENOR. (Julio de 2018). Terminología del Mantenimiento. España.
- Aprendizaje, C. d. (2020). Tipos de tareas de mantenimiento. Obtenido de UpKeep: <https://www.onupkeep.com/learning/maintenance-terms/maintenance-tasks#:~:text=Maintenance%20tasks%20indicate%20which%20action,of%20equipment%20that%20needs%20maintained.>
- Carrasco, U. (s.f.). Modos de Falla & Análisis de Efectos. Obtenido de Academia: https://www.academia.edu/37821847/FMEA_AMEF_Modos_de_Falla_and_An%C3%A1lisis_de_Efectos
- Cartín-Rojas, A., Villarreal, A., & Morera, A. (2014). Implementación del análisis de riesgo en la industria alimentaria mediante la metodología AMEF: enfoque práctico y conceptual. SCielo, 16.
- ESPAÑA, M. D. (2004). NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE. Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba

- Garrido, S. G. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid: Díaz de Santos, S. A.
- Haddara, F. I. (2003). Risk-based maintenance (RBM): a quantitative approach for maintenance/inspection scheduling and planning. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 13.
- Ltd, A. (13 de Julio de 2013). AlterEvo Ltd. Obtenido de <http://alterevoingenieros.blogspot.com/2013/07/mantenimiento-basado-en-riesgo-las.html#:~:text=La%20norma%20Norsok%20Standard%20Z,repuestos%20y%20su%20localizaci%C3%B3n>.
- MOLINA, G. I. (2018). ANÁLISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLAS EN LOS EQUIPOS DELAVANDERÍA DEL HOSPITAL REGIONAL DE CONCEPCIÓN. Chile: UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA.
- Moubray, J. (2004). MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD. United Kingdom: Aladon Ltd.
- Peldez, J. B. (1995). Fuzzy logic prioritization of failures in a system failure mode, effects and criticality. *ELSEVIER*, 11.
- Prabhu, N. R. (2000). Modified approach for prioritization of failures in a system failure mode and effects analysis. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 12.
- Wang, Y.-M. (2007). Risk evaluation in failure mode and effects analysis using fuzzy weighted geometric mean. *ScienceDirect*, 13.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Larrea Moreano, A. D., Redrobán Dilon, C. D., & Castillo Medina, A. G. (2020). Priorización del mantenimiento mediante la determinación del número prioritario de riesgo, y el análisis de modos y efectos de fallos de una máquina de inyección de poliuretano de alta presión. *Ciencia Digital*, 4(3), 317-335. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1353>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Diseño e implementación de un seguidor solar de un eje para la optimización de un sistema fotovoltaico de 100 W aplicando cálculos matemáticos y automatización industrial



Design and implementation of a single axis solar tracker for the optimization of a 100 W photovoltaic system applying mathematical calculations and industrial automation

Mayra Alejandra Pacheco Cunduri.¹, Isidoro Enrique Tapia Segarra.² & Esteban Augusto Guevara Cabezas.³

Recibido: 23-04-2020 / Revisado: 14-05-2020 / Aceptado: 24-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1359>

This work focuses on the design of a single-axis solar tracker, which will allow the optimization of energy capture from a 100-watt photovoltaic solar system implemented in the city of Riobamba, province of Chimborazo. Initially, mathematical calculations are carried out on environmental and physical parameters important in the selection of the optimal materials for the mechanical structure of the solar tracking system and its construction, also important for the proper selection of the electronic and automatic control elements necessary for the single-axis solar tracker. The designed system is composed of electronic sensors of current, voltage, irradiance and HDR's, which make it possible to calculate the nominal power generated by the solar tracker, the total irradiance captured by the solar panel over time during the day, solar elevation angle (altitude) and solar azimuth angle; values from which and using mathematical methods, programming and automatic control techniques, have allowed in this work to design and program 2 solar tracking algorithms: solar tracking by astronomical programming and solar tracking by light point, guaranteeing with them an incidence perpendicular to the sun on the system during the day

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. mayra.pacheco@esPOCH.edu.ec

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. itapia@esPOCH.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. esteban.guevara@esPOCH.edu.ec

and thus achieving the objective of maximum energy capture and maximum production of the photovoltaic system. In the system, the information obtained from the census variables and the calculated values is stored on a microSD memory card and through an ethernet connection the user can view them in real time through a graphic interface (HMI). Finally, once the monitoring algorithms have been implemented and the system is in operation, using as a reference a 100 W photovoltaic system with fixed positioning installed in the city of Riobamba under the same conditions as the single axis solar monitoring system, it is carried out a comparison between this and the photovoltaic system for solar tracking of a horizontal axis, counteracting the values of the surveyed variables and the calculated values of nominal power, irradiance, solar elevation angle (altitude) and solar azimuth angle measured for each one systems. From which it is concluded that the one-axis solar tracking system exceeds the fixed photovoltaic system in efficiency in values between 8.51% to 35.46%.

Keywords: single-axis solar tracker, alternative energies, energy efficiency, solar panels, energy captation.

Resumen.

El presente trabajo se enfoca en el diseño de un seguidor solar de un eje, el cual permitirá la optimización de captación de energía de un sistema solar fotovoltaico de 100 vatios implementado en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo. Inicialmente se realizan cálculos matemáticos sobre parámetros ambientales y físicos importantes en la selección de los materiales óptimos para la estructura mecánica del sistema de seguimiento solar y su construcción, además importantes también para la selección apropiada de los elementos electrónicos y de control automático necesarios para el seguidor solar de un eje. El sistema diseñado, está compuesto por sensores electrónicos de corriente, voltaje, irradiancia y HDR's, los cuales hacen posible el cálculo de la potencia nominal generada por el seguidor solar, irradiancia total captada por el panel en el transcurso del tiempo durante el día, ángulo de elevación solar (altitud) y ángulo de azimut solar; Valores a partir de los cuales y utilizando métodos matemáticos, de programación y técnicas de control automático, han permitido en este trabajo diseñar y programar 2 algoritmos de seguimiento solar: seguimiento solar por programación astronómica y seguimiento solar por punto luminoso, garantizando con ellos una incidencia perpendicular del sol sobre el sistema durante el día y consiguiendo así el objetivo de máxima captación de energía y máxima producción del sistema fotovoltaico. En el sistema, la información obtenida de las variables censadas y los valores calculados, se almacena en una tarjeta de memoria microSD y mediante una conexión ethernet el usuario puede visualizarlas en tiempo real mediante una interfaz gráfica (HMI). Finalmente, una vez implementados los algoritmos de seguimiento y estando el sistema en funcionamiento, utilizando como referencia un sistema fotovoltaico de posicionamiento fijo de 100 W instalado en la ciudad de Riobamba bajo las mismas condiciones que el sistema de seguimientos solar de un eje, se realiza una comparación entre este y el sistema fotovoltaico de seguimiento solar de un eje horizontal planteado, contrarrestando los valores de las

variables censadas y los valores calculados de potencia nominal , irradiancia, ángulo de elevación solar (altitud) y ángulo de azimut solar medidos para cada uno de los sistemas. A partir de lo cual se concluye que el sistema de seguimiento solar de un eje supera en eficiencia al sistema fotovoltaico fijo en valores entre 8,51% al 35,46%.

Palabras claves: energías alternativas, eficiencia energética, paneles solares, captación energética, seguidor solar de eje horizontal.

Introducción.

En la actualidad los combustibles fósiles son utilizados en su mayoría como fuentes primarias de energía para a través de su conversión producir energía térmica y energía eléctrica. Pero el inconveniente del uso de ellos es que los procesos de combustión, extracción, conversión y el transporte de estos combustibles fósiles genera una consecuencia directa en el daño al medio ambiente por efecto invernadero. Aproximadamente un 80% de las emisiones de dióxido de carbono a nivel mundial provienen del consumo y de la transformación de los combustibles fósiles en diferentes formas de energía.(Alonso Montes et al., 2007)

A partir de estudios realizados e información obtenida por la corporación para la investigación energética C.I.E., “La ubicación geográfica del Ecuador, lo convierte en un país privilegiado en lo que a recurso solar se refiere. Esto se debe a que el ángulo de incidencia de la luz solar es perpendicular a nuestra superficie durante todo el año, situación que no ocurre en otros sitios del planeta, en donde el ángulo de incidencia de la luz solar varía acorde a las estaciones del año”. (Alonso Montes et al., 2007)

Esta condición nos pone como ecuatorianos en una condición que puede ser una gran oportunidad para la incursión en el campo de la Energía solar y esta puede llegar a ser una de las grandes potencias en generación de energía eléctrica en el país. Ya que, debido a nuestra ubicación privilegiada (Zona Ecuatorial) poseemos horas de sol aproximadamente 12 h constantes durante el día. Existen varias tecnologías utilizadas en sistemas de captación: seguidores solares fijos, seguidores solares de un eje y seguidores solares de 2 ejes (Miranda Armas, 2015). La tecnología más apropiada para el seguimiento solar en el Ecuador por sus condiciones es la que usa un eje horizontal la cual puede ser aplicada a grandes centrales fotovoltaicas ubicada en la zona ecuatorial. (García Reyes & Peñate Santos, 2016)

Los paneles fotovoltaicos son elementos encargados de realizar la captación de la radiación solar directa e indirecta para transformarla en corriente eléctrica a una potencia nominal propia de cada panel solar, estos paneles pueden llegar a alcanzar su punto de máxima potencia cuando la radiación solar incide de manera perpendicular a los rayos solares, es decir logrando que a lo largo del día el panel y los rayos solares se encuentren de forma perpendicular (Bhuvanewari et al., 2013). Para conseguir este objetivo se han creado los sistemas de seguimiento solar los cuales tienen como objetivo intentar reproducir el comportamiento de los girasoles, el cual hace que el panel permanezca todo el tiempo de

manera perpendicular al sol lo que maximiza la captación de radiación solar como se ha mencionado. (Rana, 2013)

Para el presente estudio se han utilizado datos provenientes de un sistema fotovoltaico de 100 W instalado en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo en el cual se utilizan los paneles solares de forma fija. Este sistema está compuesto por una estructura metálica empotrada y fija, pero al tener esta condición de rigidez el sistema no presenta un máximo rendimiento de captación solar. Debido a lo expuesto el presente estudio plantea la necesidad de implemente un sistema de seguimiento solar de un eje horizontal el cual funcione con un mecanismo automatizado para la operación óptima del sistema fotovoltaico de 100 W en la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo, el cual realiza su movimiento en un grado de libertad siguiendo el movimiento del sol en la dirección de Este a Oeste; captando de esta manera el panel solar la máxima radiación solar incidente.

Se realiza una comparación de los datos energéticos obtenidos por el sistema de captación solar fijo, y el sistema fotovoltaico de seguimiento solar implementado, con el fin de definir cuál de los dos sistemas presenta mejores eficiencias en captación y transformación de la energía solar. Bajo las condiciones de operación planteadas para los mismo. Buscando de esta manera demostrar que el seguidor solar de un eje permite un máximo aprovechamiento de la energía solar.

La implementación de este sistema de seguimiento solar de un eje permite el máximo aprovechamiento de la energía solar y la producción optima de energía del Sistema fotovoltaico de 100 W, Siendo una ventaja para los equipos a los cuales abastece el sistema, ya que les permite contar con energía óptima y continua disponible para su funcionamiento durante todo el día. Además, la implementación de este seguidor solar de un eje sirve de mucha utilidad para la comunidad Politécnica, y resulta de gran aporte a los Centros de Investigación existentes en la ESPOCH y la Facultad Informática, los cuales realizan constantemente investigación en el área de las energías renovables también llamadas energías limpias, beneficiando de igual manera al personal docente y estudiantil, permitiéndoles poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Metodología.

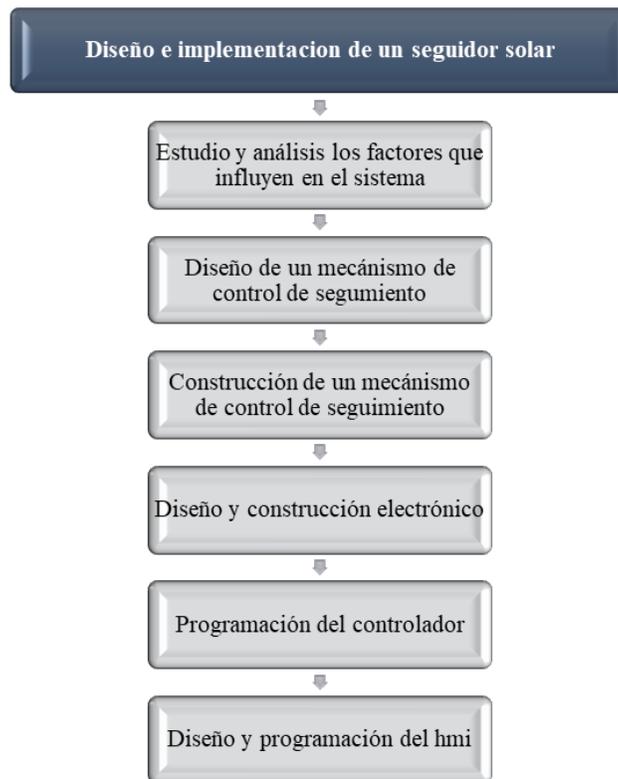
El Sistema seguidor solar de un eje, se ha instalado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Alimentando a los equipos de la estación meteorológica ubicada en las cercanías de la facultad de ciencias. El seguimiento solar se realiza en un eje, siguiendo el movimiento del sol el cual durante el día va de Este a Oeste desde el amanecer hasta el atardecer. De este modo se logra la máxima captación de radiación solar incidente y permitiendo además visualizar los parámetros del sistema como: potencia nominal generada, corriente nominal, voltaje, ángulo azimutal y ángulo de elevación solar en un sistema HMI instalado en conjunto con el sistema.

Para la implementación del sistema planteado se ha implementado la metodología planteada en la figura 1, la cual detalla los pasos a seguir para diseño y construcción del sistema de

seguimiento solar de un eje. Inicialmente se parte desde el estudio y el análisis de los factores y variables que influyen en el funcionamiento del sistema fotovoltaico.

Es decir, que se realiza un análisis de las condiciones climáticas bajo las cuales el sistema debe operar (Velocidades de viento, presión del aire sobre el sistema físico, etc) considerando que el sistema debe operar dicho sistema en las peores condiciones climáticas sin fallar. Una vez realizado el análisis en la primera etapa, se realiza el diseño de un mecanismo de control automático para el seguimiento solar utilizando los diferentes métodos o algoritmos de seguimiento conocidos. Como siguiente paso la metodología plantea la construcción del mecanismo de control de seguimiento solar, seguido de la realización del diseño y construcción del sistema electrónico para luego continuar con la programación del controlador (PLC) y finalmente concluir con el diseño y programación del HMI (Interfaz Hombre Máquina) la cual permitirá al usuario del sistema poder lograr una lectura de las variables arrojadas por el sistema y un control mucho más sencillo del mismo.

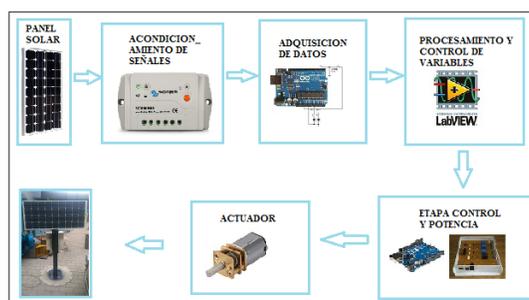
Figura 1. Metodología y fases para Implementación de un Seguidor Solar de un eje



Fuente: Elaboración propia.

El sistema de seguimiento solar de un eje, está formado por una estructura metálica móvil, que permitirá sostener la parrilla que soporta al panel solar de 100 W. La figura 3 muestra un diagrama de bloques de la estructura del sistema con cada uno de los elementos que lo componen de forma detallada con cada una de las fases previamente explicadas en la metodología.

Figura 2. Diagrama de Bloques del Sistema Seguidor Solar



Fuente: Elaboración propia.

Diseño de la estructura metálica del sistema de seguimiento solar.

Inicialmente se realiza un análisis matemático de los factores ambientales que inciden en el lugar en donde se ha montado el sistema de seguimiento.

Estos factores mencionados son los que se han considerado para la selección de los materiales de construcción de la estructura del sistema seguidor solar y son: velocidad y dirección de viento, densidad del aire, temperatura ambiente, etc.

Una vez considerada la incidencia de los factores ambientales previamente mencionados y al hacer cálculos matemáticos y análisis de la resistencia de la estructura.

Se propone para este sistema de seguimiento solar de un eje una estructura auto portante, constituida de: una base estática (pedestal) de metal de acero y pintado con pintura anticorrosiva y una parrilla que sujeta al panel fotovoltaico de 100 W cuya estructura es de aluminio categoría 6 de perfil tubo cuadrado.

La estructura diseñada soporta el peso de todos y cada uno de los elementos que la componen y es resistente a los esfuerzos mecánicos que pudieran existir por la acción de los factores climáticos que inciden en el lugar.

El pedestal se ha elaborado en metal de acero al carbono en un porcentaje del 0,35% de este material, utilizando de esta manera tubo estructurado de 4 pulgadas el cual se ha seleccionado por sus propiedades mecánicas ligereza y poca corrosión, adaptándose con estas características mejor a los cambios climáticos que se tiene en la sierra ecuatoriana, específicamente en la ciudad de Riobamba.

Sin embargo, a pesar de la resistencia del material por sí mismo a la corrosión, se coloca una capa protectora de pintura contra la corrosión, evitando de esta manera que la estructura sea propensa al óxido que es perjudicial para este tipo de metal.

La construcción de la parrilla que sujeta al panel solar de 100 W utiliza aluminio de uno y medio de pulgada la cual está recubierta también de una capa de pintura resistente a la corrosión.

Tabla 1. Factores de constitución y ambientales influyentes, calculados para el diseño de la estructura del sistema fotovoltaico

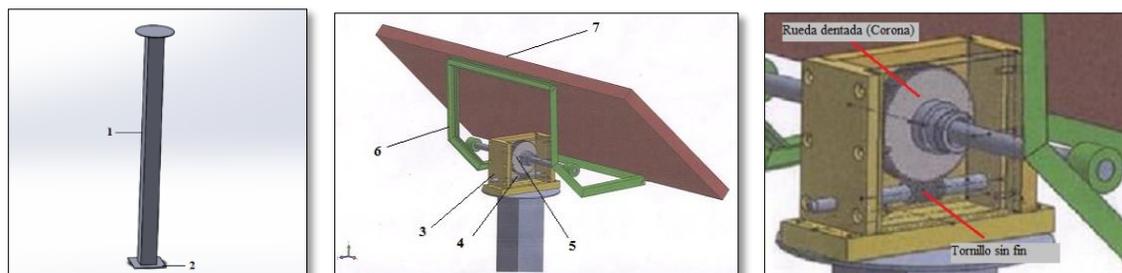
Factores físicos y ambientales influyentes sobre la estructura	Valor
Mt (masa total)	12kg
Wt (peso total)	117,36 n
Vvmax(velocidad de viento maxima)	13,26 m/s
S (superficie del panel)	0,64 m2
Factores dependientes influyentes sobre la estructura	Valor
Fvmax (fuerza del viento max ejercida)	13,212 kgf
Tt (torque total)	-17,6 n.m
Pmin (potencia minima del motor)	0,00128 watts
Velocidad angular mínima	0,04 rad/s
Motorreductor alemán buhler de 12 voltios dc, de 60 kg.cm y de 100 vatios.	

Fuente: Elaboración propia.

Una vez determinados y conocidos los factores indicados en la tabla 1 y variables que influyen en el sistema, se procede a realizar el diseño del sistema mecánico utilizando el software de simulación CAD SolidWorks 2017 como muestra la figura 3.

El sistema se detalla con los siguientes elementos: pedestal para el soporte de la estructura giratoria (1), placa de empotramiento que une con otra placa que es fundida en la superficie con el hormigo mediante pernos y tornillos (2), Caja de engranajes, la cual sostiene a la rueda dentada y tornillo sin fin (3), Tornillo sin fin (4), rueda dentada o corona (5), parrilla o catasta (6), panel solar de 100 vatios (7)

Figura 3. Diseño de la estructura de seguimiento solar utilizando el software de simulación CAD SolidWorks 2017



Fuente: Elaboración propia.

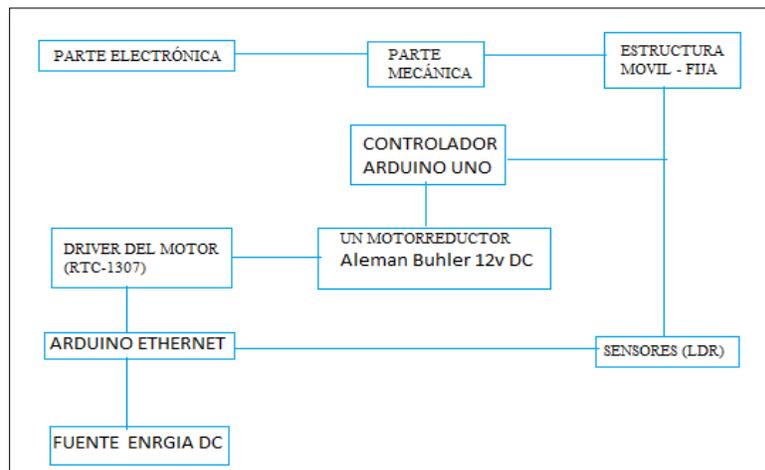
El sistema utiliza un motor reductor DC, debido a sus altos niveles de eficiencia y alto uso en sistemas de seguimiento solar ya implementados (Arrieta Morelo & Puello Bravo, 2018), dado que cumple con las especificaciones simulado en SolidWorks 2017.

Además, el sistema de transmisión mecánica utilizado es un mecanismo de un conjunto de elementos encargados de transmitir el movimiento desde el eje del motor hasta la rueda dentada motor acoplada con mediante el uso de un tornillo sin fin (Caja Reductora).

La caja reductora es muy importante en el diseño y construcción de un sistema de transmisión, ya que, a través de una relación matemática permite disminuir la velocidad del motor y aumentar el torque del motor DC (Sánchez, 2016); un torque alto es importante en la transmisión suave y exacta de movimiento, con su configuración correcta se evita que el sistema provoque un movimiento no deseado por causas de factores externos (físicos, ambientales, etc). El tornillo sin fin se acopla al motor reductor y se mueve a la misma velocidad que el eje del motor reductor, por medio de la caja reductora se consigue disminuir las revoluciones con la que gira el motor y aumentar el torque del sistema.

Diseño y Construcción del sistema de Control Automático.

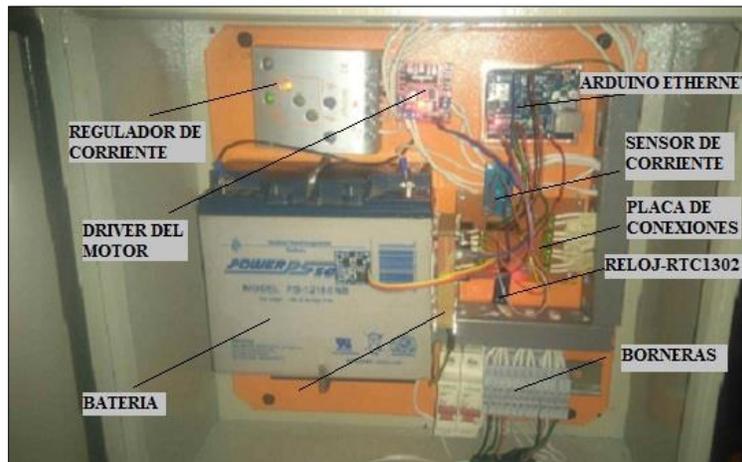
Figura 4. Diagrama de bloques del sistema de control automático del seguidor solar de un eje



Fuente: Elaboración propia.

Como unidad de control para el diseño del sistema de control automático se ha utilizado un Arduino uno, dando las órdenes a todos los componentes del circuito en base a la salida del comparador, control a su vez el motor reductor Aleman Buhler 12v DC. Esta unidad de control acciona el motor reductor de engranajes DC y genera un giro del eje del motor en sentido antihorario u horario, lo hace detenerse o avanzar. Cada uno de esos movimientos se ejecutan en función de las necesidades del sistema al momento de colocar y mantener el panel solar apuntando siempre de forma perpendicular a los rayos solares incidentes.

Figura 5. Tablero de control del sistema seguidor solar de un eje



Fuente: Elaboración propia.

Para el seguimiento solar del sistema el algoritmo de programación utilizado es un algoritmo de programación astronómica el cual es también conocido como algoritmo de programación cronológica (Tejada & Motoche, 2012).

Este algoritmo fue programado para que su funcionamiento sea continuo durante 12 horas diarias desde que el sol sale hasta que el sol se oculta. Para manejar estos algoritmos se manejan los conceptos en los cuales se conoce que, el movimiento de traslación del planeta tierra ocurre en 360° cada 24 horas, por lo tanto, se estable que $360^\circ/24 \text{ h} = 15^\circ/\text{h}$. (Bahrami et al., 2016)

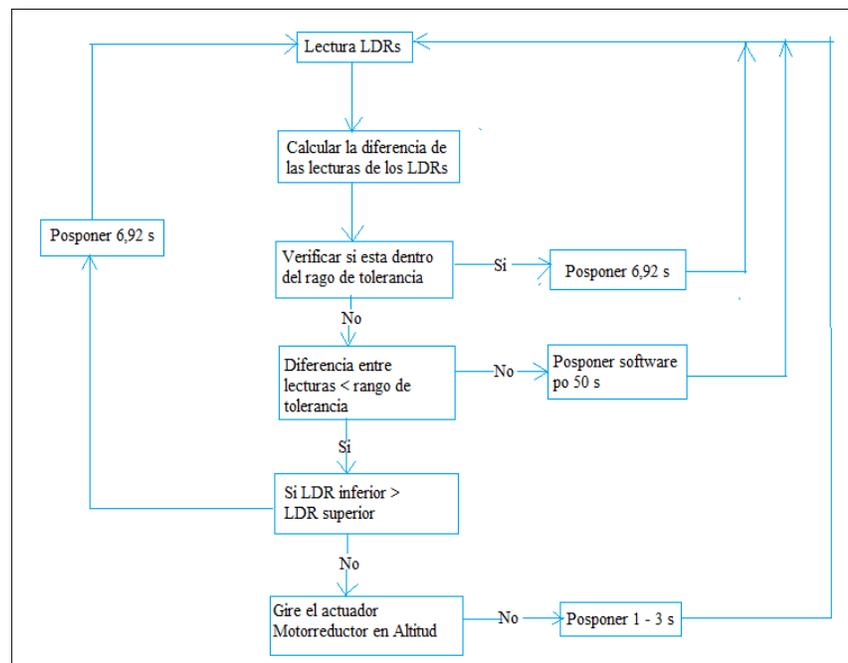
De acuerdo con nuestro algoritmo de programación astronómica, cada 6,92 minutos aproximadamente el controlador Arduino uno, envía la señal de encendido al circuito de control para que este gire $1,7^\circ$, este proceso lo realiza continuamente hasta alcanzar los 180° grados de movimiento, ángulo que alcanzaría cuando el sol está por ocultarse al atardecer. El sistema de seguidor solar permanece en esa posición durante un tiempo determinado para aprovechar la radiación solar y finalmente el controlador envía una señal de reloj al sensor final de carrera para que la estructura regrese a la posición inicial de 0° listo para comenzar la ejecución del algoritmo de seguimiento nuevamente el siguiente día; al no haber energía solar durante la noche, el sistema de seguimiento solar permanece en pausa ya en esta posición de 0° .

El controlador Arduino uno maneja además una segunda alternativa de algoritmo de seguimiento por punto luminoso, el cual consiste en seguir el movimiento del sol por medio de la configuración de cuatro fotorresistencias (LDR) colocados en puntos estratégicos del panel solar que realiza el movimiento, estos sensores toman el punto más luminoso medido en cada uno de los sensores y estos valores censados y enviados a un circuito de comparación entre sí (Seme et al., 2016), comparación que es realizada y el resultado es enviado al controlador (Arduino uno) el cual la analiza y en función del valor censado envía una orden

al motor reductor, el cual se mueve hacia al lado en el que se ha medido una mayor luminosidad permitiendo así realizar un seguimiento estratégico del sol y de esta manera lograr la máxima captación de radiación solar incidente.

Durante este movimiento el control analiza cuando los rayos solares están incidiendo aproximadamente de forma perpendicular al panel solar, una señal de detener o a pagar el motor es enviada por el controlador hacia el actuador, por otro lado cuando los rayos no están incidiendo de forma perpendicular al panel solar o en su defecto existe un desbalance en la estructura mecánica con respecto al punto luminoso medido en el panel, una señal de activación es enviada por el controlador hacia el motor reductor el cual debe corregir el ángulo de error medido.

Figura 6. Diagrama de flujo de la programación del controlador por seguimiento punto luminoso



Fuente: Elaboración propia.

El algoritmo de programación del seguimiento solar por punto luminoso consiste en, cuando el cielo o la atmósfera esta despejada sin nubosidad e irrupciones al paso de los rayos solares, los sensores reciben una señal en función de la luz incidente en sus celdas la cual es enviada al circuito de comparación y de control para que realice el proceso de movimiento del panel solar hacia la posición requerida según la posición del sol manteniendo siempre el sistema ubicado de forma perpendicular a los rayos solares (Llangarí Yaguachi, 2015). La irradiación solar medida por los sensores es transformada en voltaje, este nivel de voltaje sirve como retroalimentación para el sistema de control y hace que este envíe la señal deseada al sistema, bajo esa retroalimentación el sistema de seguimiento solar de un eje ubica al panel solar en

la posición requerida para maximizar la captación de energía solar del sistema, permitiéndole así obtener valores considerablemente mayores de parámetros energéticos en comparación con un sistema solar fotovoltaico fijo.

Uno de los inconvenientes de la programación del sistema de control automático por seguimiento de punto luminoso es que se puede ver afectado por factores externos que afecten a la luminosidad incidente sobre los sensores (Radiación difusa). Estos factores pueden ser por ejemplo la existencia de nubosidad; con la presencia de este agente natural que no se puede controlar, el sistema no puede leer correctamente los puntos de luz y así el panel no puede ubicarse en el ángulo y posición óptima (perpendicular a los rayos solares) para lograr la captación máxima de la irradiación solar (Volkov et al., 2016).

El sistema queda entonces desbalanceado con respecto a la radiación solar incidente disminuyendo de esta manera la cantidad de energía captada por el panel solar y resultando aquello en una menor cantidad de energía eléctrica obtenida a la salida del sistema. Debido a estos inconvenientes, el algoritmo implementado en el sistema es el algoritmo de programación astronómica, el cual está basado en ecuaciones matemáticas para el movimiento lo cual lo hace más robusto y le añade un ligero grado de complejidad a la programación del controlador.

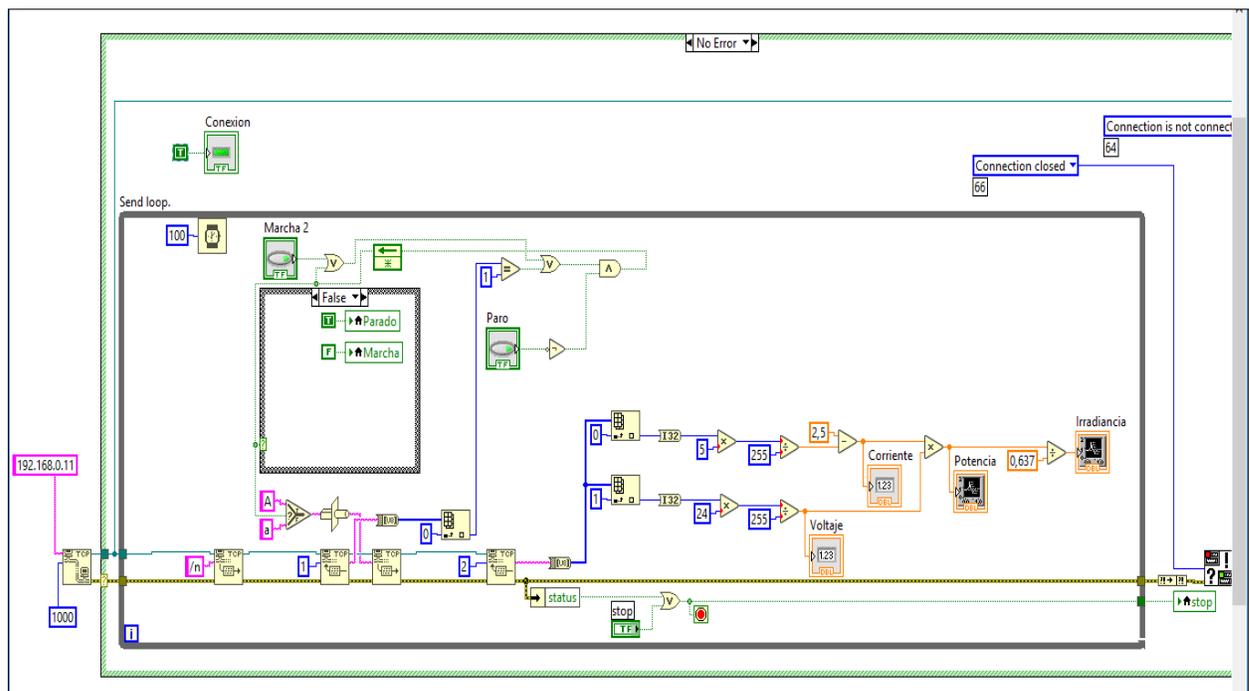
Desarrollo de la Interfaz Humano Máquina (HMI)

La interfaz Humano Máquina (HMI) está conformada por un panel gráfico, el cual le permite al usuario visualizar variables y señales de los parámetros energéticos medidos en el sistema de seguimiento solar de un eje durante las 12 horas de aprovechamiento solar y otros indicadores adicionales. Los elementos del panel de la interface HMI se detallan a continuación:

- Botón de Marcha: Le habilita al usuario la posibilidad de poner en ejecución o en funcionamiento el sistema seguidor solar de un eje
- Indicador de Corriente: Permite visualizar los indicadores de corriente del panel solar a lo largo del día de forma en tiempo real, es una variable medida en amperios teniendo un valor máximo de 11,66 amperios aproximadamente, valor que es considerado aproximadamente la corriente nominal del panel de 100 W.
- Indicador de Voltaje: Permite visualizar el voltaje que llega al terminal de salida del panel solar, esta medida varía a lo largo del día y su unidad de medida es en Voltios, teniendo un valor máximo de 12 voltios aproximadamente debido a que es el voltaje nominal del panel solar en el punto de máxima captación de potencia.
- Botón de Paro: Permite detener el funcionamiento del sistema dejándolo sin ejecución.
- Botón Stop Programa: Permite poner una pausa al programa que se está ejecutando en el controlador.

- Indicador de Conexión. Permite identificar si el sistema se encuentra conectado o desconectado mediante una luz. Si la luz está encendida se entiende que el sistema se encuentra operando, mientras que si la luz está apagada se entiende que el sistema está apagado.
- Grafica de Potencia medida en panel solar: Permite visualizar de manera gráfica los datos procesados en tiempo real de la potencia entregada por el panel solar, dándole al usuario una herramienta para interpretar como va cambiando la variable de potencia en función de los valores de corriente y de voltaje medidos en el panel solar.
- Irradiancia: Permite observar el valor de la irradiancia incidente sobre el panel solar durante el día en tiempo real, mostrando este valor de forma gráfica.
- Angulo azimutal: Permite observar el ángulo de desviación entre la línea del punto cardinal norte y el panel.
- Angulo de elevación: Permite observar el ángulo que cambiara durante el día de 0 a 180° aproximadamente.

Figura 7. Diagrama de bloque de la interfaz Humano Máquina HMI



Fuente: Elaboración propia.

Resultados.

En primera instancia, una vez concluido el diseño, construcción del sistema se seguidor solar de un eje, se procede a realizar la instalación y situ como muestra la figura 8.

Figura 8. Sistema de seguimiento solar instalado in situ



Fuente: Elaboración propia.

Una vez instalado el sistema in situ se procede a poner en funcionamiento el sistema de seguimiento solar y realizar las pruebas respectivas.

En una primera fase de pruebas, se procede a poner en funcionamiento del sistema solar fijo con un ángulo de inclinación 30° apuntando hacia el norte, con el fin de monitorear los parámetros energéticos obtenidos de este sistema, es decir los valores de cada una de las variables correspondientes al comportamiento de un sistema de posicionamiento fijo.

El sistema fotovoltaico fijo fue monitoreado durante semanas, tomando datos durante horas, días y también en semanas de las variables de voltaje, corriente, potencia generada por el panel solar e irradiación.

En conjunto, y una vez puesto en marcha el sistema fijo, inmediatamente se pone en marcha el sistema de seguimiento solar de un eje implementado y al igual que con el sistema fijo se procede a monitorear durante semanas, tomando datos durante horas, días y también en semanas de las variables de voltaje, corriente, potencia generada por el panel solar e irradiación.

Una vez monitoreados los valores de cada uno de los sistemas, se realiza un análisis de comparativo de las variables medidas y analizadas en cada uno de ellos con el fin de medir la eficiencia de captación y producción de energía del sistema de posicionamiento fijo versus el sistema de seguimiento solar de un eje.

Resultados sistema de posicionamiento fijo vs sistema de seguimiento solar de un eje analizado durante un día tipo.

Tabla 2. Eficiencia medida en el Sistema de posicionamiento fijo en horas

Sistema solar fijo medido en horas - 03/07/2018						
Puntos de lectura	Hora	Corriente [a]	Voltaje [v]	Irradiancia [w/m².h]	Potencia [w]	Eficiencia
Punto inicio	6:00:38	3,06	11,67	357,49	35,69	35,69%
Pico máximo	11:00:38	8,56	12,40	1062,95	106,13	106,13%
Punto finalización	18:00:38	2,82	7,04	199,74	19,85	19,85%

Fuente: Elaboración propia.

Las variables mostradas en la Tabla 2 han sido monitorizadas en el sistema solar fijo, durante las 12 horas diarias útiles para el sistema desde que el sol sale en la mañana aproximadamente a las 6:00 am, hasta que el sol se oculta en el atardecer aproximadamente a las 18:00 pm. Los datos tomados y analizados corresponden a tres diferentes horas durante el día, las cuales han sido consideradas más relevantes para el análisis e interpretación de los datos.

De los valores obtenidos, el valor máximo de potencia se registró a las 11:00:38 del 03 de julio del 2018 con un valor porcentual de 106,13% y valor más bajo se registró en la misma fecha en el punto de finalización a las 18:00:38 con un valor porcentual de 19,85%.

Tabla 3. Eficiencia medida en el Sistema de seguimiento solar de un eje en horas

Sistema de seguimiento solar de un eje en horas 03/08/2018							
Puntos lectura	Horas	Corriente [a]	Voltaje [v]	Irradiancia [w/m².h]	Potencia [w]	Eficiencia	Aumento energía
Punto inicio	6:00:38	4,95	9,61	476,66	47,59	47,59%	11,90%
Pico máximo	14:00:38	11,28	12,55	1418,12	141,59	141,59%	35,46%
Punto finalización	18:00:38	3,14	9,04	284,01	28,36	28,36%	8,51%
Valor promedio de la eficiencia de captación de energía medida horariamente con el seguidor solar de un eje							18,62%

Fuente: Elaboración propia.

Las variables mostradas en la Tabla 3 han sido monitorizadas en el sistema de seguimiento solar de un eje, durante las 12 horas diarias útiles para el sistema desde que el sol sale en la mañana aproximadamente a las 6:00 am, hasta que el sol se oculta en el atardecer aproximadamente a las 18:00 pm.

Los datos tomados y analizados corresponden a tres diferentes horas durante el día, las cuales han sido consideradas más relevantes para el análisis e interpretación de los datos.

De los valores obtenidos, el valor máximo de potencia se registró a las 14:00:38 del 03 de agosto del 2018 con un valor porcentual de 106,13% y valor más bajo se registró en la misma fecha a las 18:00:38 con un valor porcentual de 28,36%.

Resultados sistema de posicionamiento fijo y sistema de seguimiento solar de un eje analizado durante una semana tipo.

Tabla 4. Eficiencia medida con el sistema de posicionamiento fijo en días

Sistema solar fijo en días						
Puntos lectura	Fecha	Corriente [a]	Voltaje [v]	Potencia [w]	Irradiancia [w/m ² .h]	Eficiencia
Punto inicio	02/07/2018	6,81	11,87	80,87	810,00	80,87%
Valor mínimo	07/07/2018	4,92	11,99	59,05	591,45	59,05%
Pico máximo	09/07/2018	7,56	12,01	90,82	909,66	90,82%

Fuente: Elaboración propia.

Los datos tomados y analizados corresponden a tres diferentes días en las fechas marcadas en la tabla 4, las cuales han sido consideradas más relevantes para el análisis e interpretación de los datos, además son graficadas más adelante. De los valores obtenidos, el valor máximo de potencia se registró el día 09 de julio de 2018 que es de 90,82%, y valor más bajo se registró el 07 de julio de 2018 con un valor porcentual de 59,05%.

Tabla 5. Eficiencia medida en el Sistema de seguimiento solar de un eje en días

Sistema de seguimiento solar de un eje en días							
Puntos lectura	Fecha	Corriente [a]	Voltaje [v]	Potencia [w]	Irradiancia [w/m ² .h]	Eficiencia	Aumento energía
Punto inicio	02/08/2018	8,23	11,35	93,41	935,59	93,41%	12,54%
Valor mínimo	07/08/2018	6,63	12,35	81,90	820,31	81,90%	22,85%

Pico máximo	09/08/2018	9,84	11,81	116,16	1163,42	116,16%	25,34%
Valor promedio de la eficiencia de captación de energía medida diariamente con el seguidor solar de un eje							20,24%

Fuente: Elaboración propia.

Los datos tomados y analizados corresponden a tres diferentes días en las fechas marcadas en la tabla 5, las cuales han sido consideradas más relevantes para el análisis e interpretación de los datos, además son graficadas mas adelante. De los valores obtenidos, el valor máximo de potencia se registró el día 09/08/2018 con un valor porcentual de 106,16% y valor más bajo se registró el día 02 de agosto de 2018 con un valore porcentual de 93,41%.

Conclusiones.

- Efectuando una comparación de la eficiencia de captación de energía entre los datos obtenidos entre el sistema de posicionamiento solar fijo analizado en horas, se obtienen los valores mostrados en la columna 8 de la tabla 3, valores en los cuales se evidencia un aumento de eficiencia de captación del sistema fotovoltaico al utilizar el sistema de seguimiento solar de un eje en comparación al sistema fijo con un valor promedio de aumento de eficiencia de 18,62 % durante el día.
- Efectuando una comparación de la eficiencia de captación de energía entre los datos obtenidos entre el sistema de posicionamiento solar fijo analizado durante días, se obtienen los valores mostrados en la columna 8 de la tabla 5, valores en los cuales se evidencia un aumento de eficiencia de captación del sistema fotovoltaico al utilizar el sistema de seguimiento solar de un eje en comparación al sistema fijo con un valor promedio de aumento de eficiencia de 20,24 % medida en los diferentes días analizados.
- Haciendo un análisis, se concluye que el sistema más eficiente en la captación y producción de energía es el sistema de seguidor solar de un eje, ya que tiene una eficiencia de captación que va desde el 12,54% al 22,85% de eficiencia en comparación con el sistema de posicionamiento fijo estos datos son tomados en días durante una semana, la eficiencia de captación variara dependiendo del día y los factores climáticos. El aumento de eficiencia promedio es del 20,24 % respecto al rendimiento de un sistema fotovoltaico de posicionamiento fijo, logrando de esta forma con el uso de este la optimización del sistema solar fotovoltaico.

Referencias bibliográficas.

Miranda Armas, L. R. (2015). Diseño e implementación de un sistema automatizado de seguimiento del sol para el concentrador solar de la UTE. [Trabajo de grado, Ingeniería Mecatrónica, Universidad Tecnológica Equinoccial. Facultad: ciencias de

- la ingeniería]. Repositorio Institucional- Universidad Tecnológica Equinoccial. <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/5796>
- Bhuvaneswari, C., Rajeswari, R., & Kalaiarasan, C. (2013). Analysis of solar energy based street light with auto tracking system. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, 2(7), 3422-3428.
- García Reyes, P. D., & Peñate Santos, R. A. (2016). Implementación de un seguidor solar en eje horizontal controlado con hardware y software. [Trabajo de grado, Ingeniería Eléctrica]. Universidad del el Salvador].
- Arrieta Morelo, D. J., & Puello Bravo, S. Y. (2018). Diseño y construcción de un seguidor solar para aumentar el rendimiento energético en paneles fotovoltaicos de un sistema de bombeo.[Trabajo de grado, Ingeniería Mecánica, Universidad de Córdoba]. Repositorio Institucional- Universidad de Córdoba. <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/700>
- Bahrami, A., Okoye, C. O., & Atikol, U. (2016). The effect of latitude on the performance of different solar trackers in Europe and Africa. *Applied energy*, 177, 896-906. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.05.103>.
- Seme, S., Štumberger, B., & Hadžiselimović, M. (2016). A novel prediction algorithm for solar angles using second derivative of the energy for photovoltaic sun tracking purposes. *Solar Energy*, 137, 201-211. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2016.08.001>
- Alonso Montes, J. I., Fernández Durán, A., Jiménez Suárez, C., Lecuona Ribot, A., Mellado García, F., Plaza Fernández, J. F., ... & Sala Pano, G. (2007). *Energía Solar Fotovoltaica*. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. <http://www.coit.es%0A>.
- Rana, S. (2013). A study on automatic dual axis solar tracker system using 555 timer. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 1(4), 77-85.
- SÁNCHEZ, A. (Director). (2016). *Estructuras Para Módulos Fotovoltaicos*. [Video] Centro de investigación en Energía, UNAM
- Volkov, S. N., Samokhvalov, I. V., Du Cheong, H., & Kim, D. (2016). Optical model and calibration of a sun tracker. *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 180, 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.jqsrt.2016.04.020>
- Tejada Duque, C. A., & Motoche Rivera, L. C. (2012). Posicionamiento de paneles solares usando lógica difusa para prácticas de laboratorio de control automático. [Trabajo de grado, Ingeniería Electrónica, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional- Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3278>
-

Llangarí Yaguachi, F. A. (2015). Diseño y desarrollo de un sistema de posicionamiento automático seguidor de la luz solar de un eje, controlado por medio de un microcontrolador y un motor paso a paso como actuador, empleando un control con lógica difusa. [Trabajo de grado, Ingeniería Electrónica, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional- Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/9146>

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Pacheco Cunduri, M. A., Tapia Segarra, I. E., & Guevara Cabezas, E. A. (2020). Diseño e implementación de un seguidor solar de un eje para la optimización de un sistema fotovoltaico de 100 W aplicando cálculos matemáticos y automatización industrial. *Ciencia Digital*, 4(3), 336-354. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1359>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Diagnóstico situacional de la comunidad Capirona, parroquia Puerto Napo, cantón Tena, provincia de Napo, previo a la elaboración del inventario de atractivos turísticos



Situational analysis of Capirona community, Puerto Napo parish, Tena canton, Napo province, prior to preparation the of inventory of tourist attractions

Shakira Lissett Salazar Mora.¹, Nancy Patricia Tierra Tierra.² & Edison Marcelo Salas Castelo.³

Recibido: 24-04-2020 / Revisado: 15-05-2020 / Aceptado: 25-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1360>

The situational analysis is the starting point for the preparation of plans and programs aimed at the sustainable development of a territory regardless of its location. As a planning tool, situation analyses are used in various disciplines for planning the development of localities and communities. In the same way, in tourism, as a strategy for sustainable territorial development, the situational analysis allows us to have a clear vision of the current environment in which intervention is needed. This article presents the situational analysis developed in Capirona community, Puerto Napo parish, Tena canton, Napo province. The situational analysis was prepared as part of the Inventory of Tourist Attractions of the community. For the development of the diagnosis, the SEMPLADES 2015 methodology was used, which allowed knowing the capacities, needs, and precarious conditions in which Capirona community inhabitants live. Among the main problems, the lack of basic services such as drinking water service, sewer system, solid waste collection and electrical system, were detected. Also, the poor state of the access roads, unemployment, migration, poaching and destruction of forests by cutting down trees are pressing issues. It is important to highlight that the main form of subsistence of the community's inhabitants is agriculture; 80% for own consumption and 20% for commercialization. In this context, the development of other productive activities, such as sustainable tourism, can potentially help generate necessary resources for the inhabitants of Capirona community. Finally, the situational analysis shows the need for attention from the authorities to assist the residents to get out of the economic, social and environmental stagnation in which they are now.

Keywords: Puerto Napo, sustainable tourism, rural tourism, biodiversity, sustainable development

¹ Investigadora Independiente, Chimborazo Ecuador, lissettsalazar1995@gmail.com

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Facultad de Recursos Naturales, ntierra@esPOCH.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo – Facultad de Recursos Naturales. Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación SENESCYT – Ecuador, esalas@esPOCH.edu.ec

Resumen

La elaboración del diagnóstico situacional es el punto de partida para la elaboración de planes y programas tendientes al desarrollo sostenible de un territorio, sin importar donde este se encuentre. Como herramienta de planificación, el diagnóstico situacional se emplea en diversas disciplinas y, como en este caso, para el desarrollo de localidades y comunidades. De la misma forma, en el turismo, como estrategia de desarrollo territorial sostenible, el diagnóstico situacional nos permite tener una visión clara del entorno actual en el cual queremos intervenir. El presente artículo presenta el diagnóstico situacional desarrollado en la comunidad Capirona en la parroquia de Puerto Napo, cantón Tena, provincia de Napo, mismo que se elaboró como parte del Inventario de Atractivos Turísticos de la comunidad. Para el desarrollo del diagnóstico se empleó la Metodología SEMPLADES 2015, el cual permitió conocer las potencialidades, necesidades y precarias condiciones en que viven sus pobladores. Entre los principales problemas resaltan la inexistencia de servicios básicos tales como; agua potable, sistema eléctrico, sistema de alcantarillado, recolección de residuos sólidos entre otros. A estos problemas se suman el mal estado de las vías de acceso, desempleo, migración, cacería furtiva y destrucción de bosques por la tala de árboles. Es importante resaltar que la forma principal de subsistencia de los pobladores de la comunidad es la agricultura; 80% para consumo propio y un 20% para comercialización. En este contexto, el desarrollo de otras actividades, como el turismo sostenible, pueden, potencialmente, ayudar a generar recursos necesarios para los habitantes de la comunidad Capirona. Finalmente, el diagnóstico situacional pone de manifiesto la necesidad de atención por parte de las autoridades que permita a los pobladores salir del estancamiento económico, social y ambiental en el cual se encuentran al momento.

Palabras clave: Puerto Napo, turismo sustentable, turismo rural, biodiversidad, desarrollo sustentable

Introducción.

De acuerdo con la Organización Mundial del Turismo [OMT] (2020), el turismo es aquel fenómeno social, cultural y económico que involucra el desplazamiento de personas fuera de su lugar de residencia habitual por diferentes motivos, los cuales pueden ser personales, profesionales o de negocios. Además, dicho desplazamiento de personas es de carácter temporal y por un relativamente corto periodo de tiempo (OMT, 2020). La actividad turística se ha convertido en una de las principales fuentes de ingresos económicos para distintos países del mundo. La contribución del turismo a la economía mundial, en el año 2019, se situó en el 10,4% del PIB global (World Travel and Tourism Council [WTTC], 2020). El turismo durante los años ha experimentado un crecimiento continuo y diversificado hasta convertirse en uno de los sectores económicos que crece con mayor rapidez en el mundo (OMT, 2019; WTTC, 2020). El turismo posee una estrecha relación con el desarrollo y mejoramiento de las condiciones de vida de las personas del territorio en el cual se realiza. Sin embargo, el turismo puede no ser compatible con los objetivos de la sostenibilidad, ya que muchas veces se enfoca al turismo solo desde la perspectiva del crecimiento económico (Higgins-Desbiolles, 2018). Consecuentemente, la preocupación por lograr un turismo sostenible ha animado crecientemente a buscar modalidades y productos turísticos que encajen y respeten las culturas y el medio ambiente (Linares & Garrido, 2014).

En este contexto, Ecuador al contar en su territorio con pueblos milenarios que han conservado sus costumbres y tradiciones, ha visto en el turismo una oportunidad para que cada una de estas nacionalidades y pueblos compartan con el mundo sus tradiciones, sus costumbres, formas de vida y el entorno natural maravilloso en que habitan inculcando a la vez, el respeto y amor por la Pachamama, enfatizando la diversidad de identidades existentes y haciendo del episodio turístico una experiencia más plena y profunda. Por lo tanto, el desarrollo turístico de los territorios se debe alcanzar desde una perspectiva de sostenibilidad, potenciando el desarrollo de actividades turísticas responsables que tengan como objetivo la conservación de los recursos naturales y culturales, que además permitan el bienestar local por medio del aseguramiento de una viabilidad económica y la sensibilización a los visitantes y gestores turísticos, a través de la educación e interpretación ambiental (Ministerio del Ambiente, 2020). Es decir, potenciando los aspectos sociales, ambientales y económicos de las zonas donde se planifica la intervención turística.

El cantón Tena es uno de los cantones más reconocidos de la Amazonia Ecuatoriana por albergar en su territorio una gran biodiversidad, así como una infinidad de atractivos turísticos tanto naturales como culturales, los cuales están complementados con una amplia infraestructura y planta turística. Dentro del cantón Tena se asientan 7 parroquias rurales, en las cuales, a su vez, se encuentran varias comunidades indígenas amazónicas (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena, 2014). Lo cual hace necesario implementar estrategias que permitan que los distintos territorios y sus comunidades se conviertan en auténticos elementos distintivos dentro de la actividad turística sostenible que a su vez se vinculen y generen una relación beneficiosa que permita dinamizar la economía en el territorio.

Por este motivo, el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Puerto Napo considerando al turismo como una de sus actividades productivas propuso la realización del diagnóstico situacional de varias de las comunidades que se encuentran bajo su jurisdicción, como es el caso de la Comunidad Capirona, para que sirva como insumo para la posterior evaluación del potencial turístico de la comunidad.

Diagnóstico situacional

Previo a la realización de cualquier intervención en territorio, es necesario conocer la realidad actual del mismo para que las estrategias, políticas y acciones a implementarse conlleven mejoras y así, optimizar los recursos existentes e impactar positiva y efectivamente sobre los elementos del territorio que requieran mayor atención (Pineda Nariño & Arias Guarín, 2014).

El estudio de esa realidad del territorio se conoce como diagnóstico situacional, el cual es el procedimiento técnico, planificado y sistemático que permite identificar describir y evaluar la situación de una empresa, territorio, comunidad, etc. en un momento específico. Así, los resultados del diagnóstico situacional servirán también como marco de referencia para comparar la situación del territorio antes y después de cualquier intervención implementada, permitiendo a su vez realizar correcciones o ampliaciones a las actividades en principio planificadas. En este contexto, Hernandez (2015) expresa que el diagnóstico situacional se refiere a la identificación, descripción y análisis evaluativo de la situación actual de la organización o de un territorio.

Metodología.

El presente estudio se realizó en la comunidad Capirona, parroquia Puerto Napo, cantón Tena, Provincia de Napo. El trabajo de campo se realizó en el mes de agosto de 2019 durante 20 días. Para la recolección de datos se realizó talleres participativos y, en algunos casos, entrevistas personalizadas en la casa de los

participantes que no pudieron asistir a los talleres. También es necesario indicar que previo a la recolección de datos se realizaron reuniones de acercamiento con los integrantes de la comunidad y de planificación con los líderes comunitarios y las autoridades de la parroquia Puerto Napo a la cual la comunidad Capirona pertenece.

El diagnóstico situacional de la comunidad Capirona se realizó siguiendo los lineamientos de la metodología de la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES] (2015). La SENPLADES, en la actualidad es la Secretaría Técnica Planifica Ecuador. Según la metodología SENPLADES, el diagnóstico situacional se realiza mediante el levantamiento de información en campo, para lo cual se emplean diferentes instrumentos: boletas censales, fichas ambientales, fichas etnobotánicas y fichas etnozoológicas, las cuales permiten registrar información ambiental, así como, información organizativa y cultural.

Metodología SENPLADES

La metodología SENPLADES para la elaboración de planes de desarrollo y ordenamiento territorial está conformada por varios ámbitos, los cuales a su vez están compuestos de siete subámbitos, mismos que se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1. Metodología SEMPLADES para la Elaboración de Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

Ámbito o Componente	Subámbitos
Biofísico	<ul style="list-style-type: none"> • Uso y cobertura del suelo. • Recursos naturales renovables y no renovables con valor económico, energético, ambiental. • Recursos naturales degradados y sus causas. • Impactos y niveles de contaminación. • Ecosistemas frágiles y prioridades de conservación.
Sociocultural	<ul style="list-style-type: none"> • Proporción y superficie de territorio continental bajo conservación o manejo ambiental. • Potencialidades para servicios ambientales. • Información climática, geomorfológica, geológica, edafológica, amenazas o peligros.
Económico	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura de la infraestructura y equipamientos de servicios sociales. • Acceso y uso de espacio público (m² áreas verde/habitante; eventos culturales). • Patrimonio cultural tangible e intangible y conocimiento ancestral. • Salud: tasa de mortalidad; cobertura de salud (médicos, camas hospitalarias, atenciones); y, perfil epidemiológico (10 principales causas de muerte); tasa de fecundidad; desnutrición
	<ul style="list-style-type: none"> • Principales productos: volumen de producción y productividad. • Número de establecimientos: manufactura y artesanía, comercio, servicios. • Sistema financiero, recaudación de impuestos SRI y GAD.

Asentamientos Humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Red nacional de asentamientos humanos. • Infraestructura y acceso a servicios básicos, déficit, cobertura. • Acceso de la población a servicios de educación y salud. 	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso de la población a vivienda. • Localización y descripción de los asentamientos humanos. • Dispersión, concentración poblacional y de servicios sociales y públicos.
Movilidad, energía y conectividad	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a servicios de telecomunicaciones. • Potencia instalada y tipo de generación de energía eléctrica. • Presencia de proyectos estratégicos nacionales y el recurso natural asociado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura de apoyo a la producción existente en el territorio. Estructura, disponibilidad, localización y jerarquía referida a infraestructura de movilidad y logística (terrestre, aérea, marina, fluvial). Identificar los principales problemas y potencialidades.
Político institucional y participación ciudadana	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentos de planificación y ordenamiento territorial vigentes o existentes en el GAD, así como el marco legal vigente. • Estructura y capacidades del gobierno autónomo descentralizado para la gestión del territorio, incluye análisis del talento humano. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis y sistematización de experiencias sobre planificación y ordenamiento territorial en el gobierno autónomo descentralizado. • Análisis y sistematización de experiencias en participación ciudadana. • Mapeo de actores públicos, privados, sociedad civil.

Fuente: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (2015)

Resultados

Diagnóstico situacional por ámbitos y subámbitos de la comunidad de Capirona

a. Biofísico

El presente diagnóstico tiene como objetivo identificar y caracterizar el medio biofísico de la comunidad Capirona, parroquia Puerto Napo, así como determinar las interrelaciones de éste con los otros sistemas a ser analizados.

Para el diagnóstico de este componente se han analizado las variables que se presentan a continuación:

1. Recurso suelo

Sus principales características son:

Relieve: Según el Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural de Puerto Napo en su Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2015-2019 en esta variable describe las características del relieve asociando a la cobertura y uso de suelo en función de la información del plan cantonal del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena (GADM Tena). La Parroquia Rural de Puerto Napo, está ubicada al suroriente de la Provincia de Napo, en el cantón Tena, a 194 Km de la capital de Ecuador, Quito (Gobierno Parroquial Rural de Puerto Napo, 2015).

Uso y cobertura del suelo: el conocimiento de la cobertura y uso de la tierra se define como uno de los elementos coyunturales en el análisis biofísico que llevará al adecuado proceso de ordenamiento territorial. El uso no se caracteriza solo por las unidades de paisaje, sino también,

por su influencia en la formación y evolución de los suelos. La cobertura se refiere a todo lo que ocupa un espacio específico dentro de un ecosistema. Es importante conocer este elemento puesto que ayuda a definir, determinar y cartografiar unidades ecológicas homogéneas. Existen diferentes tipologías de cobertura del suelo, estas se agrupan en clases de acuerdo con sus características, y estas a su vez, se agrupan en unidades que en su orden jerárquico son: vegetal, degradada, hídrica y construida (Gobierno Parroquial Rural de Puerto Napo, 2015).

Cobertura vegetal: la vegetación cumple con las funciones de captación y almacenamiento de energía; refugio de fauna; agente anti-erosivo del suelo; regulador del clima local; reductor de la contaminación atmosférica y del ruido; fuente de materia prima. Se ha revisado una amplia bibliografía respecto a uso y manejo del suelo en la amazonia ecuatoriana, lastimosamente, la información obtenida no muestra datos específicos para la Parroquia de Puerto Napo, más se obtiene caracterización general sobre el sector (Gobierno Parroquial Rural de Puerto Napo, 2015).

Uso actual del suelo: está clasificado como “pasto cultivado más bosque natural”. El estudio constató que el suelo no solo es usado para el cultivo de pasto conjugando con manchones de bosque natural secundario, sino también para cultivos menores tales como yuca, maíz, chonta, naranjilla y otros de ciclo corto. Existe también como “pasto cultivo” y para cultivos menores tales como yuca, maíz, y otros de ciclo corto (Gobierno Parroquial Rural de Puerto Napo, 2015).

2. Recurso agua

La hidrografía es numerosa y entre sus ríos formadores se encuentran: Napo, Jatunyacu, Ansú, Ilocullín, Pano, Pibi, Ila, Talag, Achiyacu, Mulatos, Verdeyacu, Chucapi, Sinde, Huaysayacu, Moracay, entre otros (Instituto Geográfico Militar, 2020). “En la parroquia se tiene un total de 8 ríos (5 contaminados 62,5%), 4 riachuelos y 29 vertientes (11 contaminados 37,9%). En términos generales, el 61% de los cuerpos de agua están limpios, sin ninguna contaminación aparente” (Gobierno Parroquial Rural de Puerto Napo, 2011).

La principal causa de contaminación es la explotación minería ilegal que desecha las aguas que utiliza sin ningún tipo de tratamiento y las descargas de desechos sólidos de forma directa a los ríos y riachuelos cercanos a su lugar de explotación. La contaminación generada por centros poblados y las descargas de excretas de forma directa a los ríos contribuye a la contaminación de ríos y riachuelos de la parroquia (Gobierno Parroquial Rural de Puerto Napo, 2015).

Después de realizado el levantamiento de información primaria en el sector, se logró determinar que la principal fuente de abastecimiento del líquido vital es el río Puní, mismo que los pobladores han aprovechado para su beneficio y así satisfacer sus necesidades de consumo.

No se recomienda su consumo directo puesto que podría causar afecciones en la salud, ya que está agua no ha pasado por un proceso adecuado de purificación. Así, la calidad de agua que podemos encontrar en la comunidad es muy mala, debido a factores como la contaminación por parte del ser humano.

3. Recurso aire

La calidad del aire en la comunidad es muy buena debido a la poca intervención por parte del ser humano.

4. Recurso faunístico

Entre las principales especies de fauna que posee la comunidad de kichwa de Capirona están los insectos tales como grillos, saltamontes, insectos palo, hormigas negras, coloradas, termitas, congas entre otras, anfibios tales como tulumbras, mamíferos tales como osos perezosos, raposas, puercos sajinos, en cuanto a reptiles y aves posee una innumerable cantidad de especies que pueden ser observadas en las cercanías de los ríos y en la parte del bosque primario.

De la fauna identificada en los territorios de la comunidad, las aves y los mamíferos presentaron el mayor número de especies con 25 y 20 especies respectivamente. Los anfibios con 5 especies y crustáceos 3 fueron los grupos con menor número de especies (Tabla 2).

Tabla 2. Recurso faunístico de la comunidad Capirona

	FAMILIAS	ESPECIES
Reptiles	10	15
Aves	8	25
Mamíferos	14	20
Anfibios	3	5
Peces	6	7
Crustáceos	3	3
TOTAL	44	75

Fuente: Elaboración propia

Desafortunadamente, muchas de estas especies de fauna se encuentran amenazadas por la pérdida de ecosistemas, la caza furtiva, el tráfico de especies e incluso debido al consumo en exceso por parte de los pobladores de la zona. A eso se suma la amenaza que trae consigo la crisis climática global, aunque los efectos de esta sobre la fauna y flora de la región todavía carecen de suficientes estudios científicos.

5. Recursos florísticos

Entre los principales recursos florísticos de la comunidad de Capirona tenemos una extensa variedad de plantas maderables, herbáceas y arbustivas, entre las cuales destacan los árboles de Capirona, sangre de drago, sangre de gallina, caoba, pitón, guabos, caña guadua, ortigas, yuca, cacao, bijao, palmito, chonta, guayusa, ayahuasca, unguragua entre otras especies nativas de la región amazónica y otras introducidas, ya adaptadas hace mucho tiempo a las condiciones del sector. En total, en la comunidad se registró 125 especies pertenecientes a 49 familias.

De las especies identificadas, una gran cantidad de ellas, 42 son usadas como alimento por los pobladores, mientras que el segundo grupo más grande que comprende 31 especies de plantas son empleadas como medicina y el tercer grupo de que comprende 28 especies son utilizadas tanto como alimento o medicina. También existen 13 especies maderables (Figura 1).

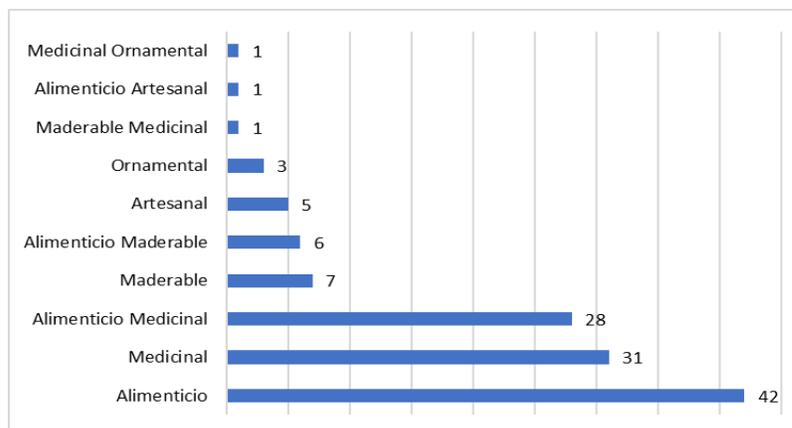


Figura 1. Recursos florísticos de la comunidad, sus principales usos
Fuente: Elaboración propia

6. Amenazas naturales

Inundaciones: La principal amenaza para la comunidad de Capirona son las inundaciones. Cuando crece el río Puní que la atraviesa, esto limita a los pobladores ya que no pueden lavar la ropa, bañarse y tienen dificultad para acceder al líquido vital, también afecta al transporte fluvial para ir de un lado de la comunidad al otro y para sus chacras.

7. Resultado general del subsistema biofísico

La Tabla 3 presenta el resultado general del análisis del subsistema biofísico del territorio dentro perteneciente a la comunidad.

Tabla 3. Síntesis del subsistema biofísico

VARIABLES	INDICADOR	POTENCIALIDADES	PROBLEMAS
Uso y cobertura del suelo			
Recursos no renovables			
Recursos naturales degradados	Fincas	Ayuda la economía de las familias	Deforestación
Impactos y niveles de contaminación.	Basura inorgánica		Ausencia de un carro recolector
Ecosistemas frágiles	Bosque primario	Alta biodiversidad	
Proporción y superficie bajo conservación			
Ecosistemas para servicios ambientales			
Clima	Precipitaciones	Fuente del recurso agua para las familias	Río Puní crece demasiado dificultando el cruce del río
Relieve	Pendientes		
Suelos	Calidad del suelo	Apto para el cultivo	
Agua	Disponibilidad de agua para el consumo humano	Río Puní	Las familias solo tienen acceso al agua del río
Aire	Calidad del aire	Mínimos niveles de contaminación	

Fuente: Elaboración propia

b. Sociocultural

1. Demografía

A partir de la información obtenida mediante la Boleta Censal la comunidad Capirona, alberga 334 habitantes, el 49% corresponde a hombres y el 51% corresponde a las mujeres, lo que indica que la diferencia de género no es significativa. De acuerdo con los datos obtenidos en los determinados rangos de edad podemos identificar que el porcentaje en niños y niñas representa el 40%, el 17% a los adolescentes, el 37% a los adultos y el 6% corresponde a los adultos mayores.

2. Estructura familiar

En la comunidad de Capirona la estructura familiar está conformada por un jefe de familia, que por lo general es el padre, también por su esposa y sus hijos, cabe señalar que en muchas de las viviendas viven de 3 a 4 familias. En cuanto a la educación, 119 niños/as y 49 jóvenes de niños se encuentran estudiando, en dos escuelas existentes en la comunidad de Capirona. Sin embargo, solo 3 jóvenes han completado el bachillerato y 6 la universidad, esto debido a limitantes económicas para acceder a una educación superior.

Las tradiciones y el aprendizaje medicinal se van desvaneciendo en la memoria de las personas con mayor edad y experiencia, lo que obliga a que el 94.37% de los pobladores del sector se acerquen a un centro de salud para tener una atención especializada. Debido a las limitadas facilidades para una mejor condición de vida y las condiciones climáticas de la zona, las principales enfermedades en su mayoría son afecciones a las vías respiratorias.

3. Fuente de ingresos familiares

Las principales actividades económicas de los pobladores, en su gran mayoría son consideradas autónomas, y el restante; depende de la remuneración del estado. Respecto al ingreso económico mensual de los pobladores de la Comunidad Capirona se determinó que: de 71 familias en total, el 94.37% tiene un ingreso de \$001-\$150. La agricultura es su principal fuente de ingreso, La mayoría de los habitantes poseen terrenos donde cultivan productos para su consumo y para la venta.

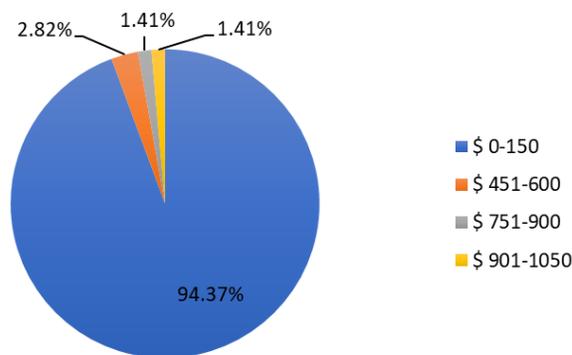


Figura 2. Ingreso mensual promedio por familia
Fuente: Elaboración propia

El plátano, yuca, maíz, cacao y maní son sus principales productos de cultivo. También se observa que el rango de \$0-\$50 predomina en cuanto a ingresos mensuales por familia con un 94,37%, lo

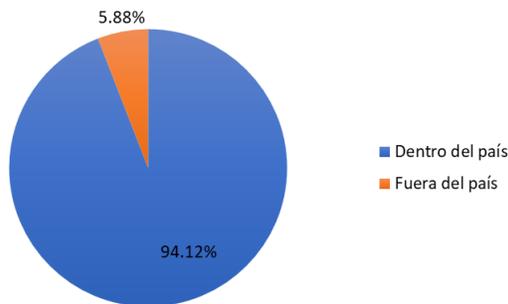
cual demuestra que una familia en esta comunidad vive con un monto muy por debajo, del idóneo para cubrir una canasta básica que garantice el bienestar de cada miembro del hogar (Figura 2).

4. Migración

En la búsqueda de mejorar la calidad de vida son 39 los pobladores de la Comunidad Capirona los que han salido a las distintas provincias del país e incluso 1 al extranjero (Figura 3).

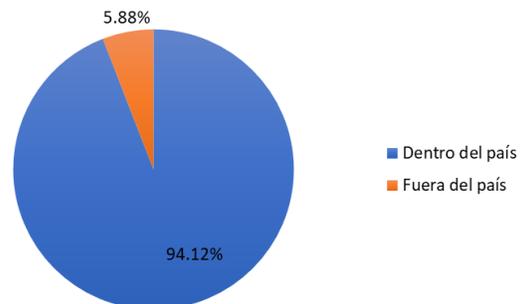
En la Figura 4 se puede apreciar que los motivos de la migración de los habitantes de la comunidad Capirona dentro y fuera del país son de tipo socioeconómico y conyugal.

Figura 3. Migración



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Motivo de migración



Fuente: Elaboración propia

5. Organización y tejidos sociales

La Figura 5 presenta la información con respecto a tejidos sociales: el 36,62% de la población pertenece a la organización campesina de la comunidad Capirona, el 26,76% a la organización de mujeres PLATANERAS, el 2,84% a la Federación de Organizaciones Indígenas del Napo (FOIN) Y EL 1,82% restante a la Confederación de Nacionalidades Indígenas del Ecuador (CONAIE).

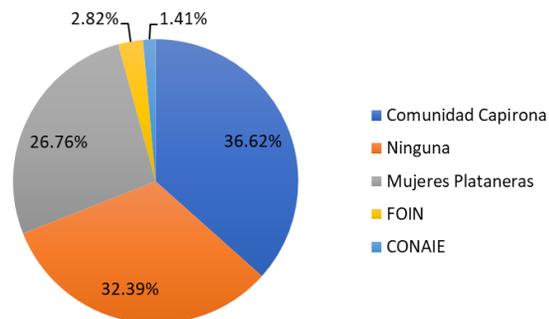


Figura 5. Organizaciones y tejidos sociales

Fuente: Elaboración propia

6. Composición étnica

Una vez obtenida la información del sector, podemos ver que la población en su mayoría (95.77%) está compuesta por indígenas, seguidos de un 4, 23 de población mestiza (Figura 6).

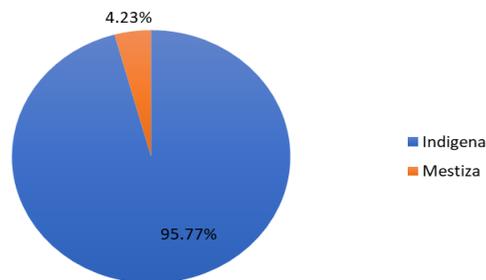


Figura 6. Etnia o nacionalidad
Fuente: Elaboración propia

7. Patrimonio cultural intangible

La gran mayoría de los habitantes de la comunidad Capirona se identifican como indígenas Kichwa y habitan en el sector hace muchos años. El patrimonio cultural intangible es variado y aún se conserva algunas tradiciones y costumbres, mientras que otras solo existen en la memoria de algunas personas de la comunidad (Tabla 4).

Tabla 4. Patrimonio cultural intangible

N	Denominación	Ámbito	Sub ámbito	Detalles del Sub ámbito
Ámbito 1 Tradiciones y expresiones orales				
0				
Ámbito 2 Artes del espectáculo				
1	Baile del Tambor		Danza	
Ámbito 3 Usos sociales, rituales y actos festivos				
2	Ritual Guayusaupina		Rito	Rito apotropaico
Ámbito 4 Conocimientos y usos relacionados con la naturaleza y el universo				
3	Maito de Sapo		Gastronomía cotidiana	
4	Maito de Chontacuro		Gastronomía cotidiana	
5	Maito de Carachama		Gastronomía cotidiana	
Ámbito 5 Técnicas artesanales tradicionales				
6	Elaboración de Shigras		Tejido con fibras sintéticas	
7	Elaboración de Atrarraya		Tejido con fibras sintéticas	
8	Elaboración de Ashangas		Tejido con fibras naturales	
9	Elaboración de Tasas		Tejido con fibras naturales	
10	Elaboración de Bisutería de Semillas		Artesanías en semillas	
11	Elaboración de Bisutería de Mullos		Artesanías en mullos	
12	Elaboración de Pilches		Artesanía en semillas	
13	Elaboración de la Wami Yasa		Tejido con fibras naturales	
14	Elaboración de Vasijas de Barro		Alfarería	

Fuente: Elaboración propia

8. Resultado general del subsistema socio – cultural

Tabla 5. Síntesis del subsistema socio - cultural por variables principales

VARIABLES	INDICADOR	POTENCIALIDADES	PROBLEMAS
Demografía	334 de habitantes, 169 mujeres y 165 hombres		
Educación	-CECIB Capirona -CECIB 3 de noviembre	La mayoría de los niños de la comunidad siguen estudiando	Los jóvenes no continúan sus estudios superiores, por falta de recursos económicos.
Salud	No cuenta con un centro de salud	Alto conocimiento de medicina ancestral.	No existe un botiquín, ni conocimientos de primeros auxilios, para casos de trauma graves.
Acceso y uso de espacio público	1 cancha cubierta y 1 un comedor comunitario.	Existen espacios de concentración social.	
Organización y tejido social	3 asociaciones de turismo, artesanal y agrícola.	El compromiso de las personas por la organización y el desarrollo de su comunidad.	
Grupos étnicos	95,77% de la población es indígena perteneciente a la nacionalidad Kichwa y el 4,23% son mestizos.	La mayoría de la población quiere recuperar su riqueza cultural. Mantienen su idioma nativo.	Erosión cultural por migración.
Cohesión social	Comunidad organizada	Trabajo colectivo	
Patrimonio cultural	14 bienes pertenecientes al patrimonio cultural intangible	El patrimonio cultural permite desarrollar el turismo comunitario, las industrias culturales y creativas.	Transmisión generacional fragmentada entre generaciones.
Movimientos migratorios y vectores de movilidad humana.	40 personas, 39 dentro del país y uno fuera del país, causa principal busca de trabajo	Hay un bajo índice que migración, existe el recurso humano para futuras fuentes de empleo	Capacitaciones para las diferentes áreas de trabajo

Fuente: Elaboración propia

c. Económico-productivo

1. Sistema de producción agrícola

En la comunidad Capirona, Parroquia Puerto Napo la actividad agrícola es principalmente para el auto consumo y una parte para vender. Los productos que usualmente se produce son: el plátano, yuca, maíz y cacao. Y para vender son el plátano y la yuca en el terminal terrestre de Tena.

2. Sistema de producción pecuaria

En lo que respecta a la actividad pecuaria en la Comunidad Kichwa Capirona las familias solo crían aves (gallinas) destinadas para su autoconsumo, venta e intercambio con otros productos.

3. Infraestructura de apoyo a la producción

No existe apoyo de infraestructura para la crianza de animales tanto de especies mayores y especies menores.

4. Infraestructura productiva

No existe apoyo de una infraestructura productiva de ningún tipo.

5. Resultado general del subsistema económico – productivo

Tabla 6. Síntesis del subsistema económico - productivo por variables principales

VARIABLES	INDICADOR	POTENCIALIDADES	PROBLEMAS
Demografía	El 75 % de personas están aptas para trabajar	Disponibilidad de mano de obra local	
Educación	De los niños que terminan la escuela, solo el 2% de jóvenes acceden al bachiller	Existe 2 CECIB Niños y jóvenes les gustaría seguir estudiando	Accesibilidad Falta del recurso económico
Salud	Problemas respiratorios y estomacales	Conocimiento en medicina ancestral	No existe centro de salud en la comunidad
Trabajo y empleo	El 90% de la población tiene ingresos inferiores al sueldo básico y son agricultores	Los productos agrícolas son comercializados	Falta de fuentes de trabajo Precios bajos en sus productos
Estructura productiva			
Relación entre sectores económicos	La agricultura se encuentra en el sector primario de producción		Falta de asesoría técnica para la elaboración de productos procesados
Principales actividades económicas	Agricultura	Buena calidad de los productos Fuente principal de ingresos económicos	Bajos precios para la comercialización de excedentes
Principales productos	Plátano, yuca, maíz	Disponibilidad de alimentos 100% orgánicos	Falta de conocimientos en producción agrícola
Establecimientos económico-productivos	Ninguno		
Factores productivos	Productos de cultivo trimestral y semestral	Productos orgánicos	Periodos extensos en la cosecha y bajos precios
Modos de producción			
Seguridad y soberanía alimentaria	las familias poseen fincas que son destinadas para los sembríos	Estatutos definidos por la comunidad	Alteración del entorno natural
Infraestructura de apoyo a la producción	Inexistencia de infraestructuras		

Fuente: Elaboración propia

d. Asentamientos humanos

1. Disponibilidad de servicios básicos y de vivienda

En la Comunidad Kichwa Capirona el 100% de los pobladores no cuenta con servicios básicos completos, ya que solo se cuenta con el servicio de energía eléctrica. Sin embargo, el 21% de familias ni siquiera cuenta con servicio eléctrico. El 69.01% de los

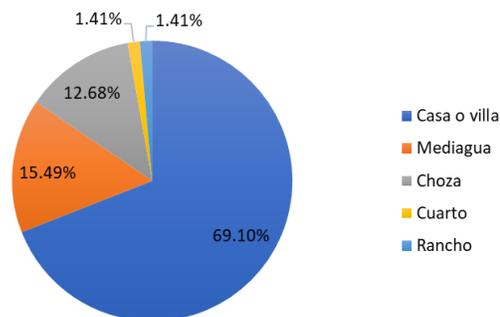


Figura 7. Tipo de vivienda

Fuente: Elaboración propia

pobladores cuenta con viviendas del Proyecto MIDUVI 2010, el 15.49% poseen mediaguas, el 12.68% viven en chozas, 1.41% en ranchos y el 1.41% restante en cuartos (Figura 7).

2. Disponibilidad y características del servicio de agua de consumo humano y uso doméstico

Las familias de la comunidad Capirona no reciben agua potable, ni agua por tubería, por lo que obtienen el agua para consumo y uso doméstico de: 78.87% del Río Puní, 14.08% agua lluvia y 7.04% por bombas de agua (Figura 8).

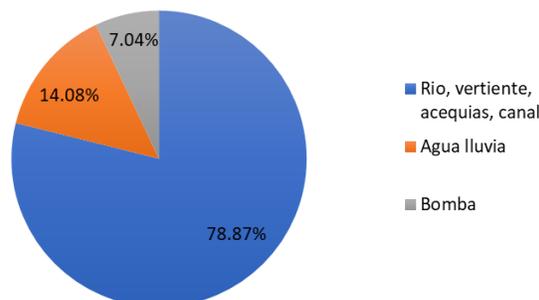


Figura 8. Fuente del agua de consumo de la comunidad
Fuente: Elaboración propia

3. Disponibilidad y caracterización del servicio de saneamiento básico

En lo que respecta al servicio de saneamiento básico se obtuvo lo siguiente: el 53.52% ninguno (aire libre), 29.58% pozo ciego, el 14.08% pozo séptico y el 2.82% excusado exclusivo para el hogar (Figura 9).

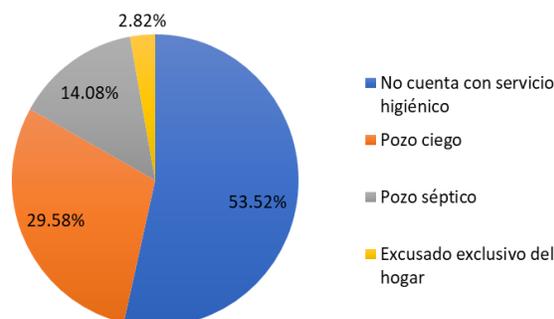


Figura 9. Tipo de servicio higiénico
Fuente: Elaboración propia

4. Manejo de desechos sólidos

La comunidad no cuenta con ningún servicio de recolección de desechos sólidos y estos son manejados de la siguiente manera: 56.34% incineración, 38.03% entierran, 4.23% en terreno baldío y el 1.41% llevan al cantón Tena (Figura 10).

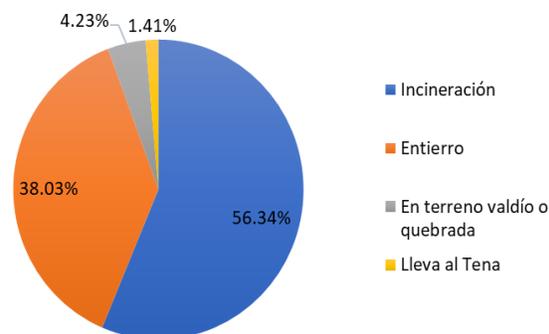


Figura 10. Eliminación de la basura
Fuente: Elaboración propia

5. Tratamiento de residuos

El 58.57% si realiza un tratamiento a los residuos y el 41.43% no, del 58.57% un 85.37% utiliza los residuos como abono orgánico y el restante lo recicla (Figura 11).

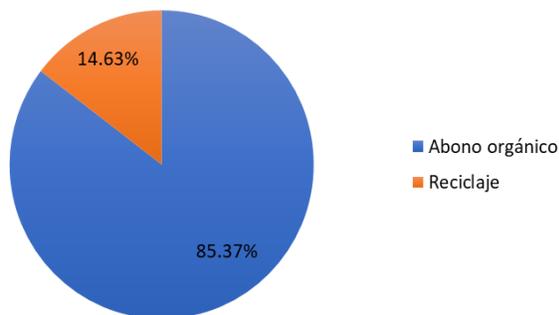


Figura 11. Tipo de tratamiento de los residuos
Fuente: Elaboración propia

6. Disponibilidad de servicios de electricidad

En la comunidad Capirona, el 78,87% de las familias poseen energía eléctrica, mientras que el restante 21,13% no tiene acceso a este servicio (Figura 12).

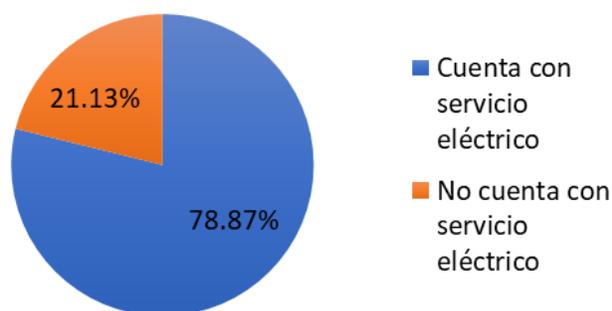


Figura 12. La vivienda cuenta con electricidad
Fuente: Elaboración propia

7. Servicios de educación disponibles

Existen dos Centros Educativos Comunitarios Intercultural Bilingüe, estos son: CECIB Capirona y CECIB 3 de noviembre, pero estos centros ofrecen educación solo hasta el séptimo de básica.

8. Centro de desarrollo infantil

Los dos centros educativos anteriores: CECIB Capirona y CECIB 3 de noviembre, están a disposición para los más pequeños de la Comunidad Capirona.

9. Servicio de salud

No existe ningún centro de salud en la comunidad, los habitantes se trasladan al centro de salud más cercano.

10. Necesidades básicas insatisfechas

En general la comunidad Capirona presenta limitaciones en cuanto a los servicios básicos, servicios de salud y servicios de educación; ya que el centro de salud más cercano es el “Centro de salud Atahualpa” ubicado a 30min de la comunidad.

11. Resultado general del subsistema asentamientos humanos

La Tabla 7 presenta la síntesis del análisis del subsistema de asentamientos humanos. Entre los problemas más importantes es la falta de acceso a servicios básicos por parte de los pobladores de la comunidad, así como la falta de proyectos en beneficio de este sector. Si embargo, la fortaleza de la comunidad se centra en su fuerte cohesión social.

Tabla 7. Síntesis del subsistema asentamientos humanos por variables principales

VARIABLES	INDICADOR	POTENCIALIDADES	PROBLEMAS
Red nacional de asentamientos humanos	La comunidad de Capiroña se encuentra dividida en dos por el cruce del río Puní	Posee una buena organización interna, existe designaciones de actividades	
Infraestructura y acceso a servicios básicos	Inexistencia de servicios básicos, el 75% familias disponen de energía eléctrica	Armonía con el medio ambiente	Falta de comunicación, enfermedades
Acceso a servicios de educación y salud	Todos los niños y niñas estudian, inexistencia de un centro de salud	Conocimientos de plantas medicinales	Los niños no pueden seguir estudiando por falta de dinero
Acceso a vivienda	El 70% de las familias poseen casa propia		Viviendas sin infraestructura adecuada
Localización de asentamientos humanos	Las viviendas están localizadas al borde de las carreteras		
Dispersión y concentración poblacional	El 80% de pobladores viven en la comunidad	Existe un fuerte lazo de compañerismo	Migración de la población por aspectos económicos y educativos
Caracterización de amenazas y capacidad de respuesta	No existen planes en caso de emergencias		
Proyectos estratégicos Nacionales	No existen proyectos		

Fuente: Elaboración propia

e. Movilidad, energía y conectividad

1. Servicios de transporte

El servicio de transporte que llega a la Comunidad de Capiroña es de la Cooperativa Centinela del Tena con los siguientes horarios: 6:00am, 11:14am y 3:00pm, estos salen del Terminal Terrestre del Tena, con un valor de \$1,50.

2. Acceso a medios de comunicación

No existe accesibilidad a medios de comunicación debido a la localización de la comunidad.

3. Caracterización de la red vial rural

La accesibilidad hacia la comunidad Capiroña es la siguiente: desde la parroquia Puerto Napo la vía es de primer orden y de buen estado (13km) y los 15km siguientes la vía es de segundo orden, es lastrada y su estado es regular.

4. Resultado general del subsistema movilidad, energía y conectividad

En la Tabla 8 se aprecia el resumen del análisis correspondiente al subsistema de movilidad, energía y conectividad. En la comunidad no existe el servicio de telecomunicaciones, lo cual presenta problemas para el normal desenvolvimiento de muchas de sus actividades, pero en especial en casos de emergencia. También se detectó que no todas las viviendas poseen servicio eléctrico.

Tabla 8. Síntesis del subsistema movilidad, energía y conectividad por variables principales

VARIABLES	INDICADOR	POTENCIALIDADES	PROBLEMAS
Acceso a servicios de telecomunicaciones	Inexistencia del servicio de telecomunicación		Dificultades en la comunicación en el caso de alguna emergencia
Tipo de generación de energía eléctrica	Servicio de la empresa eléctrica pero no todas las viviendas poseen del servicio eléctrico		
Redes viales y de transporte	El estado de la vía de acceso a la comunidad es lastrado y está en buen estado	Permite el fácil acceso en vehículo	

Fuente: Elaboración propia

f. Político-institucional y participación ciudadana

La toma de decisiones en la comunidad se realiza mediante asambleas que son presididas por la presidenta ayudada de la secretaria que toma nota, en donde existe una participación inclusiva de todos los pobladores de la comunidad. Y posterior a ello la presidenta realiza los trámites pertinentes en vinculación a otros niveles de gobierno.

1. Mapeo de actores públicos, privados, comunitarios que intervienen en el territorio

Tabla 9. Actores que intervienen en la comunidad

ACTORES	COMPETENCIAS /FUNCIONES/ ACTIVIDADES	INTERÉS	POTENCIALIDADES	LIMITACIONES
Instituto Nacional de Patrimonio Cultural R2	“Investigar, conservar, preservar, restaurar, exhibir y promocionar el Patrimonio Cultural en el Ecuador; así como regular de acuerdo con la Ley todas las actividades de esta naturaleza que se realicen en el país”.	Salvaguardar el patrimonio cultural material e inmaterial.	Profesionales capacitados. Asistencia técnica e Desarrollo de nuevas metodologías para la gestión patrimonial.	Recursos económicos

Fuente: Elaboración propia

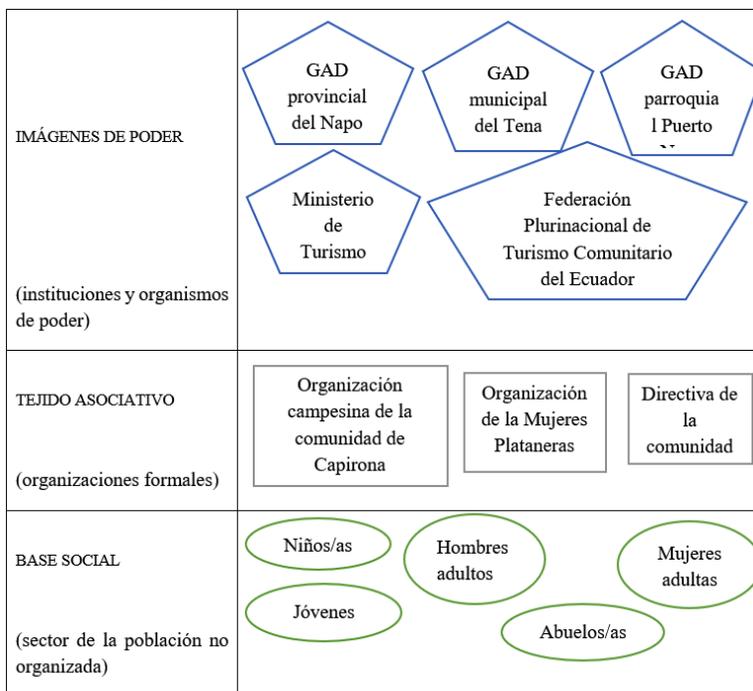
2. Valoración del ejercicio de poder y legitimidad de los actores sobre el territorio

a. Análisis de redes de los actores sociales

La Figura 13 presenta la red de relaciones que se dan entre diferentes actores dentro del territorio, ya sean estos individuos, grupos u organizaciones). Se ha seleccionado 5 instancias públicas en el territorio tanto a nivel parroquial, cantonal, provincial y nacional, porque adquieren competencias o responsabilidades compartidas en la gestión cultural, exclusivamente el GAD Municipal del Tena en el ámbito del patrimonio cultural inmaterial, organismo que debe trabajar de forma articulada con otras instituciones para garantizar la salvaguardia de las expresiones culturales de la comunidad, actividades que deben ser gestionadas desde el departamento de cultura de la institución municipal. En el tejido asociativo se enlistó toda forma de organización a través de cual los pobladores optimizan tareas, recursos, y tiempo, alcanzando un mejor resultado en cada actividad. Finalmente, en la base social se encuentran todos los integrantes de la localidad, desde

niños/as, jóvenes, hombres adultos, mujeres adultas y abuelos/as, principales actores del quehacer cultural, siendo la razón para la formulación y ejecución del plan de salvaguardia.

Figura 13. Selección de agentes sociales en el territorio



Fuente: Elaboración propia

b. Tipos de relación entre los diferentes actores del territorio

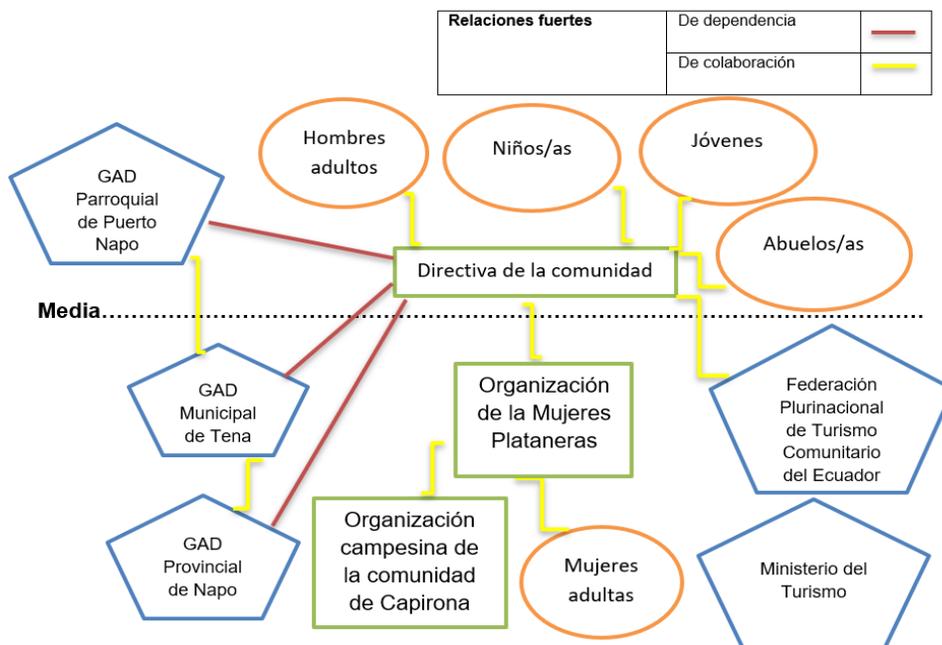
La Figura 14 muestra los tipos de relaciones a nivel de personas, grupos e instituciones el tipo de relación más recurrente es de colaboración, debido al grado de apoyo e interés que muestran hacia las acciones de salvaguardia del patrimonio cultural inmaterial, siendo factible un trabajo mancomunado entre los diferentes sectores sociales.

También existen relaciones de dependencia por parte de la directiva de la comunidad con el GAD Municipal de Tena y el GAD Provincial de Napo porque son instituciones que posiblemente pueden financiar los proyectos del plan de salvaguardia. Otra forma de relación es de aislamiento de jóvenes y niños/as con la directiva de la comunidad, a causa de opiniones divididas en cuanto a conservar o no las expresiones culturales en un mundo cada vez globalizado. De igual manera, se visualiza una relación de interés por parte del GAD Parroquial de Puerto Napo con la comunidad, además de ser la entidad más cercana a la zona de estudio, la cual se ha preocupado por plantear acciones contundentes que aporten a la salvaguardia de la riqueza cultural de la comunidad. Y, por último, existen relaciones puntuales entre la directiva de la comunidad y el grupo de mujeres plataneras y la organización campesina, donde tratan asuntos afines a sus áreas

de trabajo, pero de igual manera se puede contar con el apoyo de estos dos grupos durante el proceso de implementación sobre proyectos de Turismo Comunitario.

Finalmente, se reconoce a la directiva de la comunidad como el actor responsable de la gestión e implementación del plan, por su nivel de influencia, poder de decisión y relación con otros sectores sociales.

Figura 14. Tipos de relación entre los diferentes actores del territorio



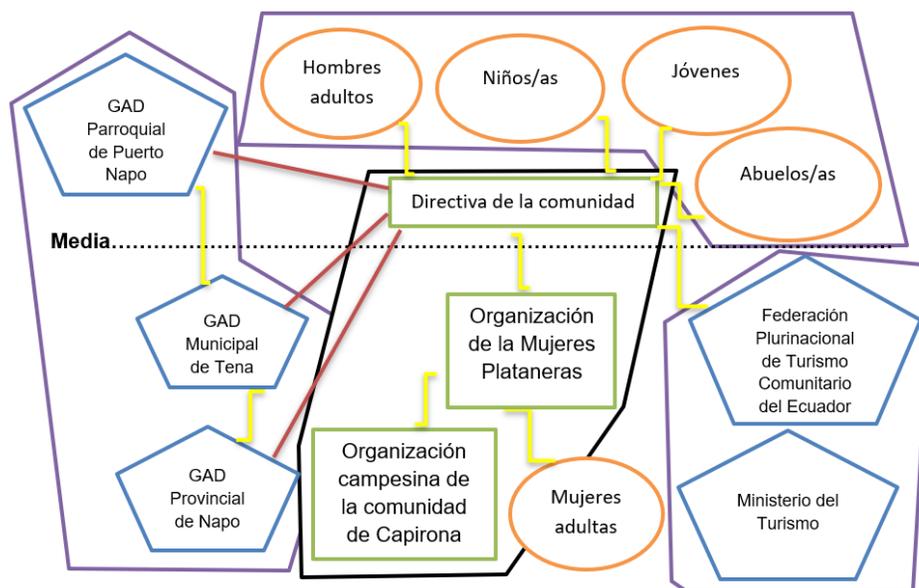
Fuente: Elaboración propia

3. Conjuntos de acción

Se ha consolidado tres conjuntos de acción, dos a nivel de organizaciones y uno a nivel institucional, producto de una buena relación, confianza y comunicación que mantienen estos grupos entre sí. Los actores son protagonistas durante la ejecución del plan de acción. Así, la comunidad como principal interesada en la protección de sus expresiones culturales, por medio del Turismo Comunitario, gestiona e implementa el plan de salvaguardia a través de la directiva y los grupos específicos de trabajo, como el grupo jóvenes que constituirá un pilar estratégico para que la juventud se involucre en las actividades culturales formuladas en el plan y a mejorar la relación con la directiva de la comunidad. También, el GAD Municipal de Tena será participe del proceso de salvaguardia, con base a su competencia en la gestión del patrimonio cultural inmaterial, delegado funciones y realizando alianzas con otros sectores sociales vinculados a la gestión cultural, obteniendo cualquier tipo de contribución que favorezca a la implementación del plan de salvaguardia, logrando así que todas y todos participen de este proceso comunitario, con

el único afán de aportar a la protección y continuidad de los elementos patrimoniales de la localidad de una generación a otra (Figura 15).

Figura 15. Conjuntos de acción para la ejecución del proyecto de Turismo Comunitario de la Comunidad Kichwa Capirona.



Fuente: Elaboración propia

4. Resultado general del subsistema político institucional y participación ciudadana

En cuanto a lo referente al subsistema político institucional y la participación ciudadana, se detectaron algunos problemas cuyas soluciones deben ser trabajadas a nivel interno con la asistencia del GAD parroquial. La síntesis de este análisis se presenta en la tabla 10.

Tabla 10. Síntesis del subsistema político institucional y participación por variables principales

VARIABLES	INDICADOR	POTENCIALIDADES	PROBLEMAS
Instrumentos de planificación y ordenamiento territorial	No existe información sobre la comunidad en los PDOTs de la zona		No se cuenta con la información base para iniciar proyectos
Mapeo de actores públicos, privados, sociedad civil			
Estructura y capacidades comunitarias	Existe un presidente que representa a la comunidad	Tiene una buena organización interna	Falta de comisiones

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones.

- El Diagnóstico situacional de la comunidad Capirona, permitió conocer las necesidades, potencialidades y precarias condiciones en que viven sus pobladores, esto debido

principalmente a la inexistencia de servicios básicos tales como; agua potable, sistema de alcantarillado, recolección de residuos sólidos y un servicio de electricidad que no llega a la totalidad de las viviendas de sus habitantes. Entre otros problemas que la comunidad enfrenta es el mal estado de las vías de acceso, desempleo, migración, destrucción de bosques por la tala de árboles y cacería furtiva. La desatención por parte de las autoridades ha contribuido al estancamiento económico, social y ambiental del sector, por tal razón la forma principal de subsistencia es la agricultura para consumo interno en un 80% y un 20% para comercialización.

- Por lo antes expuesto, se recomienda la intervención en el territorio con el fin de presentar a los habitantes de la comunidad Capirona la oportunidad de desarrollar actividades productivas sostenibles, como es el caso del turismo, el cual, bien manejado, contribuirá a la mejora de las condiciones de vida de sus pobladores. En el caso particular del Turismo, la comunidad presenta recursos naturales y culturales importantes que se deben proteger, potenciar y aprovechar de forma sostenible.
- Además de las actividades productivas, las autoridades deberían trabajar, en conjunto con la gente de la comunidad, en la búsqueda de alternativas para la dotación de servicios básicos, los cuales, además de ser esenciales para la vida, son derechos humanos.

Referencias Bibliográficas

- Gobierno Parroquial Rural de Puerto Napo. (2011). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2011 - 2015*.
- Gobierno Parroquial Rural de Puerto Napo. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2015 – 2019. Retrieved from http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1560602910001_DPO T%20Pt%20Napo_v8%20impresion_29-10-2015_16-55-33.pdf
- Gobierno Parroquial Rural de Puerto Napo. (2015). Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2015 – 2019. Retrieved from http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1560602910001_DPO T%20Pt%20Napo_v8%20impresion_29-10-2015_16-55-33.pdf
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tena. (2014). Actualización plan de desarrollo y ordenamiento territorial; diagnóstico. Retrieved from <https://www.tena.gob.ec/index.php/tena/plan-de-desarrollo#>
- Gobierno Parroquial Rural de Puerto Napo. (2011). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2011 - 2015*. Retrieved from
- Hernandez, D. E. (2015). Diagnóstico Situacional. In *Estrategia Empresarial*.
- Higgins-Desbiolles, F. (2018). Sustainable tourism: Sustaining tourism or something more? *Tourism Management Perspectives*, 25, 157-160. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tmp.2017.11.017>
- Instituto Geográfico Militar. (2020). Carta topográfica Puerto Napo. Retrieved from http://www.igm.gob.ec/work/files/cartabase_ori/o/OIV_A1.htm

- Linares, H. L., & Garrido, G. M. (2014). Del desarrollo turístico sostenible al desarrollo local. Su comportamiento complejo. *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 12(2), 453-466.
- Ministerio del Ambiente. (2020). Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador; Turismo Sostenible. Retrieved from <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/content/turismo-sostenible>
- Organización Mundial del Turismo. (2019). *Panorama del Turismo Internacional*. Retrieved from <https://www.e-unwto.org/doi/pdf/10.18111/9789284421237>
- Organización Mundial del Turismo. (2020). Glosario de términos de turismo. Retrieved from <https://www.unwto.org/es/glosario-terminos-turisticos>
- Pineda Nariño, J., & Arias Guarín, Y. T. (2014). *Análisis situacional de la comunidad Las Colonias y diseño de un instrumento de planificación social*. Universidad Libre Seccional Pereira, Retrieved from <http://repositorio.unilibrepereira.edu.co:8080/pereira/bitstream/handle/123456789/249/AN707F~1.PDF?sequence=1>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2015). *Proceso para la elaboración de planes de desarrollo y ordenamiento territorial*. Retrieved from <https://www.planificacion.gob.ec/metodologias/>
- World Travel and Tourism Council. (2020). Travel and tourism global economic impact and trends 2020.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Salazar Mora, S. L., Tierra Tierra, N. P., & Salas Castelo, E. M. (2020). Diagnóstico situacional de la comunidad Capirona, parroquia Puerto Napo, cantón Tena, provincia de Napo, previo a la elaboración del inventario de atractivos turísticos. *Ciencia Digital*, 4(3), 355-377. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1360>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Sobre el uso de métodos de Arnoldi para la continuación numérica de puntos estacionarios



Arnoldi methods for numerical continuation of stationary points

Zenaida Natividad Castillo Marrero.¹, Gustavo Adolfo Colmenares Pacheco.² & Víctor Oswaldo Cevallos Vique.³

Recibido: 24-04-2020 / Revisado: 15-05-2020 / Aceptado: 25-06-2020 / Publicado: 03-07-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1385>

This work presents an analysis of a continuation algorithm with an embedded Arnoldi eigen solver for the numerical computation of solutions of nonlinear systems $G(x, \alpha) = 0$, where x is a vector in \mathbb{R}^n and α is a parameter which takes values in a given interval. This technique allows us to detect and predict particular solutions when computing the eigenvalues of the associate Jacobian matrix, and simultaneously to get the solution of linear systems in each iteration. This method could be applied to problems of electrical engineering, chemical reactions or coating process. The main idea is to embed an Arnoldi eigenvalue solver in a continuation algorithm to compute solutions of a nonlinear system in order to get additional information of these solutions, such as the stability or the periodicity. An example of the usability of this technique is presented, with preliminary results on models used in the bibliography of this topic. The results are encouraged, and show the reliability of this approach in the accurate detection of critical points.

Keywords: Path following, Nonlinear systems, Block Arnoldi method, Stability Analysis, Critical points.

Resumen

En este trabajo se describe un método de continuación numérica, el cual utiliza descomposiciones de Arnoldi para el cálculo de soluciones de un sistema de la forma

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Estadística, Grupo CITED. Riobamba, Ecuador, zenaida.castillo@esPOCH.edu.ec

² Universidad de Investigación Experimental Yachay, Escuela de Matemáticas y Ciencias Computacionales. Urcuquí, Ecuador, gcolmenares@yachaytech.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Administración de Empresas, Escuela de Finanzas, Grupo CITED, Riobamba, Ecuador, victor.cevallos@esPOCH.edu.ec

$G(x, \alpha) = 0$, donde G es un funcional no lineal que depende de un vector x en \mathbb{R}^n y de un parámetro α que toma valores en un intervalo dado. El uso de estas técnicas nos permite predecir y detectar puntos de interés cuando se obtiene información sobre algunos autovalores de la matriz Jacobiana asociada, al mismo tiempo que se resuelven eficientemente sistemas de ecuaciones lineales en forma iterativa. El método puede ser aplicado a modelos provenientes de la ingeniería como circuitos eléctricos, reacciones químicas, o procesos de revestimiento. La idea principal es introducir un módulo de cálculo de autovalores, usando un algoritmo de tipo Arnoldi, en un método iterativo para resolver ecuaciones no lineales, a fin de obtener información sobre la estabilidad de la solución. Se presenta un ejemplo de uso de esta técnica con resultados preliminares de la aplicación del método a problemas tratados en la bibliografía del tópico. Los resultados muestran que la idea de calcular autovalores, en una iteración que resuelve ecuaciones no-lineales, tiene gran potencial en la detección de puntos críticos

Palabras claves: Continuación numérica, Sistemas no lineales, Métodos de Arnoldi, Análisis de estabilidad, Puntos críticos.

Introducción

Un número significativo de problemas que surgen en las áreas científicas, tales como dinámica poblacional, teoría de combustión, dinámica y mecánica de fluidos, pueden ser modelados por sistemas de ecuaciones diferenciales parciales (PDE's), y luego discretizados en espacio, dando lugar a lo que se conoce como sistemas dinámicos no lineales, los cuales dependen de uno o más parámetros de interés.

Una manera de analizar estos fenómenos físicos, una vez que son modelados por PDE's es analizando las características de las soluciones de un sistema de ecuaciones no lineales de la forma $G(x, \alpha) = 0$, para un conjunto de valores de α en un intervalo $[a, b]$. Esta técnica, conocida como Continuación Numérica, también es usada para detectar y calcular soluciones especiales que podrían señalar cambios significativos en el proceso de modelado, lo que conlleva a otro procedimiento conocido como análisis de bifurcación

Algunos cambios en estos sistemas son detectados cuando se pierde estabilidad en la continuación de las soluciones, o también cuando las soluciones comienzan o dejan de ser periódicas. En este caso, se requiere calcular con suficiente precisión estos puntos o soluciones especiales, ya que esta información puede ser usada para modificar los parámetros de operación con el fin de mejorar la productividad o la calidad del proceso que se esté modelando.

Los métodos de continuación más usados en la actualidad son aquellos basados en un esquema a dos pasos, del tipo predictor-corrector. En el primer paso (predictor) el método genera un nuevo valor para el parámetro α , y utiliza la información de la solución anterior para obtener un estimado inicial de la solución para el nuevo valor de α . En el segundo paso (corrector) esta aproximación inicial es tomada por un método iterativo para ecuaciones no

lineales, como el método de Newton, para hallar efectivamente la solución de $G(x, \alpha) = 0$. En las implementaciones actuales de estos métodos la estabilidad es analizada sólo en determinadas soluciones, y el cálculo de soluciones especiales, donde cambios importantes pueden producirse, es una tarea difícil porque la información requerida no está disponible. Para más detalles consultar Castillo (2004), Govaerts (2000) y Seydel (2009).

En este trabajo se muestra como diseñar e implementar un método de continuación numérica con un esquema predictor-corrector, que sea competitivo y que además de generar el diagrama de bifurcación, nos permita visualizar los puntos que representan soluciones estables o inestables o soluciones que señalen cambios de comportamiento del proceso modelado. Para ello, combinaremos el método de continuación con un método de proyección en espacios de Krylov del tipo Arnoldi, a fin de resolver el sistema lineal que aparece en cada iteración del paso corrector y al mismo tiempo obtener información sobre los autovalores y autovectores de la matriz Jacobiana asociada.

Metodología

Se plantea en este trabajo una propuesta, con experimentación preliminar sobre el uso de la descomposición de Arnoldi dentro de un esquema de continuación, a fin de analizar la estabilidad de las soluciones que se calculan en cada iteración que resuelve el problema $G(x, \alpha) = 0$. Para ello, se siguen las siguientes etapas:

- 1) Análisis de los métodos de continuación y la forma general de sus implementaciones.
- 2) A partir de un algoritmo general para un método de continuación se estudiará la inserción del módulo para el cálculo de algunos autovalores de interés, de tal forma que no se degrade la eficiencia y que se contribuya no solo al cálculo de la próxima solución sino también a detectar pérdida de estabilidad en la solución, si la hubiera.
- 3) Diseño e implementación de la solución propuesta.
- 4) Pruebas experimentales en datos sintéticos.
- 5) Organización y divulgación de resultados.

Continuación Numérica

Muchas aplicaciones industriales son modeladas matemáticamente por sistemas de ecuaciones en derivadas parciales o PDE's, y luego discretizadas en espacio para construir soluciones temporales. Los modelos más usados están basados en esquemas de diferencias finitas o elementos finitos, tal como explica Saad (2011). Cuando en el modelo existe un parámetro de importancia, cuya variación en un rango se desea analizar, esta discretización da origen a un sistema de ecuaciones no lineales parametrizado de la forma:

$$G(x, \alpha) = 0 \tag{1}$$

donde la función G depende de un vector x en \mathbb{R}^n y de un número real α ; en aplicaciones reales este vector x depende de α , como ya veremos más adelante. La solución (x, α) de (1) es llamada punto estacionario o de equilibrio.

Una metodología muy utilizada para encontrar soluciones que satisfagan (1) variando el parámetro α es conocida con el nombre de Continuación Numérica o Path Following (en inglés). Los métodos de continuación se caracterizan por hallar una solución de (1) para un valor particular de α , usando la información de una solución conocida o punto previo. Este proceso se repite hasta hallar un conjunto de salidas que pueden ser usadas para construir una o varias ramas de soluciones.

El conjunto de soluciones o ramas obtenidas en un método de continuación, pueden ser graficadas en 2D o 3D para establecer la relación entre la variación del parámetro α y el vector x , obteniendo así lo que se conoce como diagrama de bifurcación. En la práctica se suelen definir puntos de la forma $(\alpha, [x])$ que luego se grafican en el plano para producir un diagrama de bifurcación; el valor real $[x]$ es una medida escalar del vector x (la solución) y se puede tomar como la norma de x , $[x] = \|x\|$, para alguna norma, o $[x] = x_i$ para algún $i = 1 \dots n$, o como presentaremos en el ejemplo que desarrollamos más adelante, pudiera estar ligada a una medida de la longitud del arco que sigue la rama de soluciones.

El diagrama de bifurcación no es el gráfico de la solución de (1), pero proporciona una forma de analizar el comportamiento de las soluciones cuando se varía el parámetro α . De esta manera podemos observar en el gráfico puntos de interés tales como:

- 1) Puntos donde dos o más ramas se intersecan BP (Branching Points).
- 2) Puntos donde la rama cambia de dirección TP (Turning Points).
- 3) Puntos que señalan el cambio a solución periódica HP (Hopfs Points).

La detención y cálculo eficiente de estos puntos es de vital importancia en aplicaciones industriales, una vez que permite cambiar o ajustar el esquema de operación. A continuación, detallamos el esquema de todo algoritmo de continuación.

Métodos de continuación

Dado un punto estacionario inicial $x^{(0)}$ correspondiente a un valor del parámetro α_0 , un método de continuación calcula un camino de soluciones $(x^{(1)}, \alpha_1), (x^{(2)}, \alpha_2), \dots, (x^{(k)}, \alpha_k)$, de la ecuación (1), variando el parámetro α y usando métodos iterativos tipo Newton para resolver sistemas de ecuaciones no lineales. Las técnicas más populares de continuación numérica están basadas en esquemas de tipo predictor-corrector que se presentan a continuación.

Algoritmo Predictor-Corrector

La idea detrás del algoritmo predictor-corrector es seguir una curva de soluciones, resolviendo sistemas no lineales parametrizados de la forma dada en (1). Cada punto de la curva se obtiene en dos pasos; en el primer paso se genera una aproximación de la solución usando información previa (paso predictor), mientras que en un segundo paso se usa este predictor como una aproximación inicial para un método iterativo, como por ejemplo el método de Newton (paso corrector), el cual genera una nueva solución o punto estacionario.

Para entender este procedimiento, supongamos que ya tenemos una solución inicial $(x^{(0)}, \alpha_0)$, que satisface la ecuación (1) y que se desea encontrar un nuevo punto estacionario $(x^{(1)}, \alpha_1)$, para lo cual necesitamos una aproximación inicial que llamaremos (x_1^0, α_1^0) , y una estrategia para calcular $(x^{(1)}, \alpha_1)$. Un esquema básico y general de un algoritmo de continuación se muestra en la Figura 1.

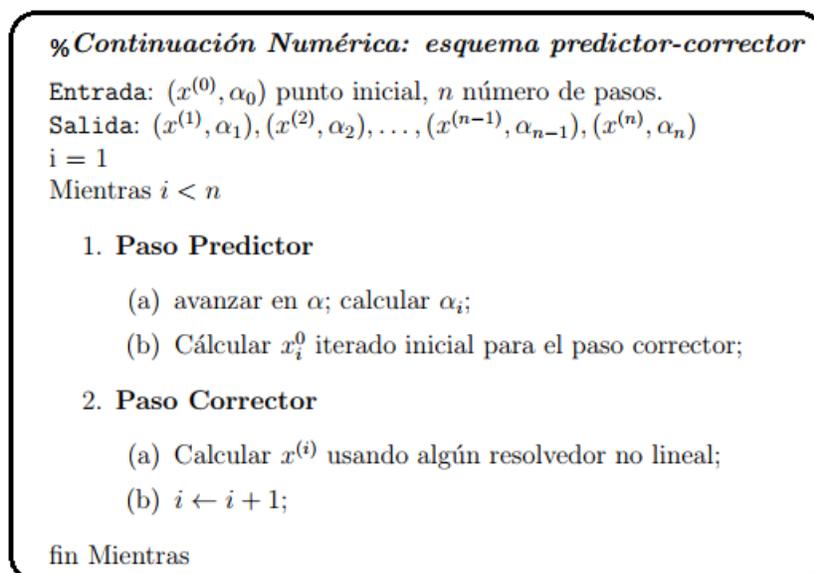


Figura 1. Algoritmo (1). Esquema Predictor-Corrector

Fuente: Algoritmo desarrollado en la investigación.

En el paso 1(a) de la i -ésima iteración del Algoritmo (1) se suele asignar $\alpha_i = \alpha_{i-1} + \delta$ para un valor dado de δ , luego en el paso 1(b) tomar $x_i^0 = x^{i-1}$. Este esquema es llamado continuación natural o continuación de orden cero, mientras que en los algoritmos de continuación de primer orden se asume que el vector x es una función que depende a su vez de α , por lo tanto, en lugar de la ecuación (1), se considera la ecuación:

$$G(x(\alpha), \alpha) = 0 \tag{2}$$

En este caso, el predictor se calcula tomando un punto sobre la recta tangente a G en el punto anterior x^{i-1} , para lo cual se toma la derivada de la ecuación (2) con respecto a α y se resuelve:

$$G_x(x(\alpha), \alpha)x_\alpha + G_\alpha(x(\alpha), \alpha) = 0 \quad (3)$$

Donde G_x es la matriz de derivadas respecto del vector x , mientras que G_α es el vector de derivadas de G con respecto a α , y x_α es el vector tangente.

En ambos tipos de continuación (orden cero y orden uno) el corrector puede usar un método iterativo del tipo Newton o quasi-Newton. La Figura 2 muestra la diferencia entre el predictor de la continuación de orden cero y aquel que determina la continuación de orden uno. En la misma se observa que el predictor en la continuación de orden uno está más cerca de la nueva solución que el predictor de orden natural o cero, lo que sugiere que el método iterativo convergerá más rápidamente a la solución $x^{(1)}$.

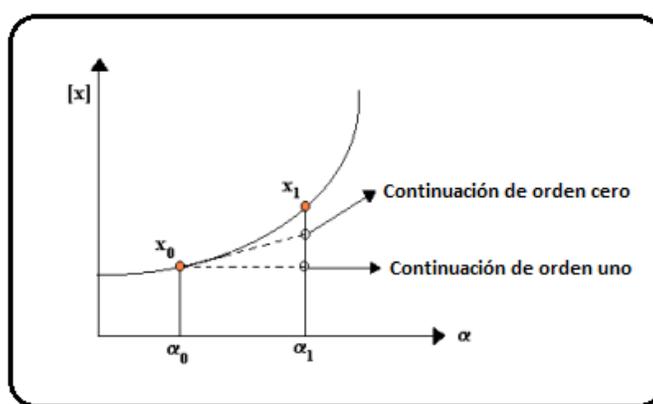


Figura 2. Predictor de orden cero y Predictor de orden 1

Fuente: Elaboración propia.

Métodos de Krylov

En cada paso del método iterativo que resuelve el funcional no lineal se resuelve un sistema de ecuaciones lineales de la forma $G_x(x, \alpha) = -G_\alpha(x, \alpha)$, donde G_x es la matriz de derivadas o Jacobiana y G_α el vector gradiente en el punto anterior. Esto permite introducir un método, basado en espacios de Krylov, que permita resolver este sistema, y al mismo tiempo nos de información sobre los autovalores de la matriz Jacobiana en la solución, lo cual constituye la idea principal de los métodos que se promueven en este trabajo.

Hallar un autovalor y/o un autovector de una matriz A significa calcular un vector v en \mathbb{R}^n y un número complejo λ , tales que $Av = \lambda v$. Al vector v se le denomina autovector y al escalar λ autovalor. En los métodos de continuación, la matriz A es la matriz Jacobiana G_x y por lo tanto nos referimos a λ como uno de los autovalores de G_x , el cual puede brindarnos información sobre la estabilidad del proceso asociado. En la práctica, lo ideal es tener información sobre algunos autovalores de interés de la matriz G_x , por ejemplo, los de mayor módulo o los de menor parte real. En particular, para el estudio de estabilidad interesa obtener los de mayor módulo.

Por otra parte, los problemas de interés en aplicaciones reales conllevan a sistemas lineales con matrices de gran magnitud, generalmente dispersas o ralas, lo que determina que métodos clásicos para matrices densas no son de utilidad. En las últimas décadas se han desarrollado métodos iterativos basados en espacios de Krylov que además de contribuir a la solución del sistema $Ax = b$ también nos brindan información sobre los autovalores de la matriz de A de los coeficientes; y esta particularidad los hace ideales para su uso en los métodos de continuación, una vez que pueden ser usados para resolver simultáneamente los problemas $Ax = b$ y $Av = \lambda v$.

Los métodos basados en Arnoldi se fundamentan en la descomposición Hessenberg de la matriz A o $AV = VH$, donde V es una matriz Ortogonal ($V^t V = I$) y H una Hessenberg superior. Esta descomposición es ideal para la resolución simultánea de los problemas $Ax = b$ y $Av = \lambda v$, ya que provee un mecanismo mediante el cual se trata un sistema de menor dimensión, además de tomar ventaja de realizar operaciones del tipo producto matriz-vector. Para una mejor comprensión de esta descomposición se sugiere ver Treffethen (1990) y Golub & Van Loan (1996).

Para obtener la descomposición de Hessenberg $AV = VH$, el método de Arnoldi construye V usando una base ortogonal del subespacio de Krylov:

$$K_m(A, v_1) \equiv \text{Span}\{v_1, Av_1, A^2v_1, A^3v_1, \dots, A^{2m-1}v_1\}$$

En este caso, dado un vector inicial v_1 se añade un nuevo vector a la base en cada iteración, multiplicando el último vector por la matriz A . En la Figura 3 se visualiza un esquema general del algoritmo de Arnoldi.

```

% Arnoldi
Entrada:  $v_1$  un vector unitario.
Salida:  $(A, V_m, H_m, f_m)$  tal que  $AV_m = V_m H_m + f_m e_m^t$ 
 $m$  es el número de columnas de  $V$  y  $H$  que se quieren calcular.
 $V = [v_1]; H = [v_1^t A v_1];$ 
 $f = Av_1 - v_1 H;$ 
Para  $j = 1:m$  hacer
  1.  $\beta = \|f\|; v = \frac{f}{\beta};$ 
  2.  $V = [V, v];$ 
  3.  $H \leftarrow \begin{pmatrix} H \\ \beta e_j^t \end{pmatrix};$ 
  4.  $w = Av;$ 
  5.  $h = V^t A w;$ 
  6.  $f = w - Vh$ 
  7.  $H = [H, h]$ 
fin

```

Figura 3. Algoritmo de Arnoldi

Fuente: Elaboración propia.

Los pasos del (4) al (6) del algoritmo (2) están basados en el proceso de Gram Schmidt clásico para ortogonalizar $w = Av$ con respecto a las columnas de V . En la k -ésima iteración de este algoritmo se satisface la ecuación:

$$AV_k = V_k H_k + f_k e_k^t$$

llamada factorización de Arnoldi de orden k , donde V_k es una matriz de orden $n \times k$, y H_k es una matriz Hessenberg de orden k . Cuando la matriz A es simétrica, la matriz H_k se reduce a una matriz tridiagonal y entonces se habla del método de Lanczos. El vector f_k , y la matriz generada por el producto externo $f_k e_k^t$ señalan el residuo de la descomposición. Si las componentes del vector f_k de la factorización de Arnoldi tienden a cero, entonces se tiene que $AV_k \cong V_k H_k$, y en consecuencia, podemos obtener soluciones aproximadas de los problemas $Ax = b$ y $Av = \lambda v$ resolviendo los problemas $H_k \hat{x} = V_k b$ y $H_k \hat{x} = \lambda \hat{x}$ respectivamente, donde $x = V_k \hat{x}$ y $v = V_k \hat{x}$ en cada problema. Detalles sobre esta descomposición puede encontrarse en Sorensen (1997) y Demmel (1997).

La precisión y la velocidad de convergencia de este tipo de método mejora con el incremento de k . Pero cuando k aumenta, también aumenta el número de vectores de Arnoldi y el tamaño de la matriz Hessenberg. Esto hace que el requerimiento de almacenaje y el costo de CPU incrementen, por lo que en la práctica se mantiene k en un valor bajo ($k \ll n$) hasta lograr una precisión aceptable, o en algunos casos se produce un reinicio del proceso usando como vector inicial la última información obtenida. En Castillo (2004) se pueden encontrar ejemplos numéricos que soportan estas apreciaciones.

También se suelen hacer implementaciones en bloque del método de Arnoldi con un tamaño de bloque que permita agrupar autovalores, siempre evitando calcular la factorización completa, ya que en las aplicaciones de la continuación numérica basta con conocer unos cuantos autovalores para saber si estamos en presencia de un punto crítico o inestable, y lo que debemos asegurar es la obtención de una solución numéricamente estable del sistema de ecuaciones lineales que se resuelve en cada iteración del método de Newton. Ver por ejemplo los trabajos de Calvetti & Reichel (2000) y Baglama et al. (1998).

Experimentación y Resultados

Con las ideas mencionadas previamente se diseñó y programó en Matlab un algoritmo basado en el método de Arnoldi y ajustado para la continuación numérica de un conjunto de soluciones provenientes del modelaje de una reacción química. La medida $[x]$ utilizada para hacer el diagrama de bifurcación está ligada a una aproximación de la longitud de arco, frecuentemente llamada pseudo longitud de arco, de la curva de continuación. La figura 4 presenta el algoritmo utilizado en esta implementación.

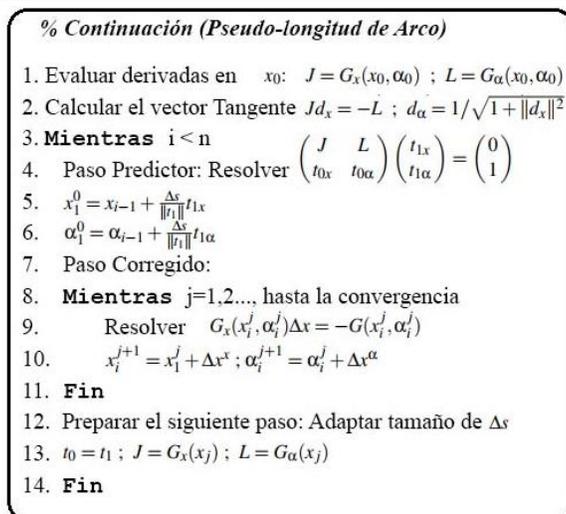


Figura 4. Continuación con pseudo-longitud de arco
Fuente: Algoritmo desarrollado en la investigación.

El algoritmo de la Figura 4 fue implementado en Matlab y comparado con CI-MatCont, que es un módulo (toolbox) de Matlab, ver Bindel et al. (2008), que resuelve problemas de continuación numérica. Se generaron los datos del problema de reacción química conocido como Brusselator, descrito en detalle por Prigogine y Lefever (1974), el cual ha sido usado para pruebas experimentales en estudios de continuación. La reacción química que da origen a este problema es oscilante con puntos de bifurcación.

Con la intención de comparar ambas implementaciones en cuanto a uso de memoria y tiempo de cómputo para hallar la solución, se consideraron mallas de discretización del problema seleccionado, que generaban matrices Jacobianas de tamaño variado, entre 40×40 y 100×100 , y se mide para cada uno de los problemas asociados, el tiempo en hallar la solución y la cantidad de memoria utilizada. El cuadro 1 muestra los primeros resultados de esta comparación; el tamaño del problema se denota con n , y las siglas *CM* y *CA* simbolizan Continuación con MatCont y Continuación con Arnoldi respectivamente. En el experimento se mide el tiempo que tarda el código en completar una rama de soluciones (CPU) y la memoria utilizada para almacenar soluciones intermedias y estructuras de datos (Memory).

n	CPU(CM)	CPU(CA)	Memory(CM)	Memory(CA)
40	9s	45.3s	72.696 KB	45.768 KB
50	12.7s	48.1s	93.200 KB	46.854 KB
60	13.8s	53.8s	143.122 KB	46.892 KB
70	15.6s	54.2s	251.280 KB	47.076 KB
80	20.1s	56.85s	367.106 KB	47.232 KB
90	24.9s	60.79s	562.174 KB	47.948 KB
100	N/A	66.38s	OUT OF MEMORY!!	48.015 KB

Cuadro 1. Comparación CI_Matcom(CM) y Continuación con Arnoldi (CA)
Fuente: Elaboración propia.

Aunque las mallas definidas para este problema pueden considerarse pequeñas, la generación de soluciones intermedias genera un consumo de memoria que llega a ser muy grande. Podemos observar en la tabla anterior que la implementación del algoritmo que usa un módulo de Arnoldi para resolver el sistema de ecuaciones, mantiene la utilización de memoria en un mismo rango, esto se logra con la característica de reinicio implícito en el cálculo de la base de Krylov (matriz V); mientras que CI-MatCont incrementa el uso de la memoria a medida que el problema aumenta en dimensiones, llegando a consumir el máximo de memoria asignado al programa. Al mismo tiempo también notamos que la implementación con Arnoldi va incrementando el tiempo de CPU a medida que el tamaño del problema aumenta, pero no en forma desproporcionada.

Es importante señalar que, en términos de precisión, tanto CI-MatCont como la implementación PA presentada como ejemplo, satisfacen el objetivo de la continuación numérica, hallando diversas ramas de soluciones y detectando los puntos de interés, tal como se muestra en la Figura 5.

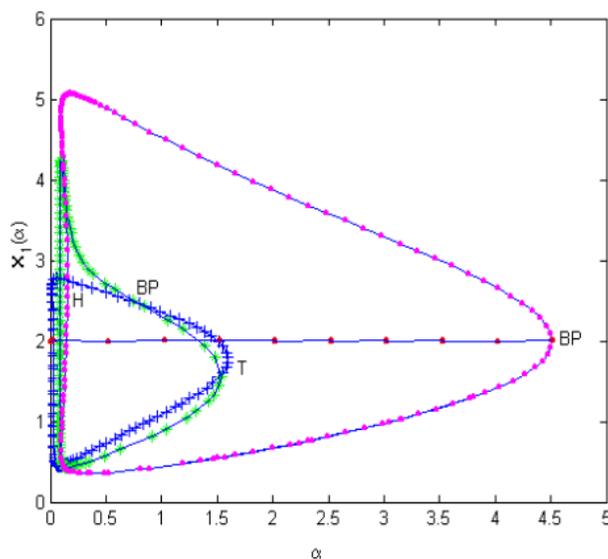


Figura 5. Continuation con pseudo-longitud de arco

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos solo nos permiten mostrar el uso de la herramienta, y no son concluyentes en términos generales; de hecho, otros autores como han logrado excelentes resultados en otras aplicaciones usando otros métodos iterativos para continuación, o diferentes métodos basados en espacios de Krylov, ver por ejemplo los trabajos de Baglama et al. (1998) y Calvetti & Reichel (2000).

Resultados y Conclusiones

El análisis de bifurcación es una herramienta importante en muchas aplicaciones que modelan procesos industriales, y una de las técnicas más usadas para este análisis es la

continuación numérica, que consiste en seguir un conjunto de soluciones de una ecuación no lineal $G(x, \alpha) = 0$ a medida que se varía uno o más parámetros de operación; y detectar soluciones críticas o puntos de interés. El comportamiento de estos puntos de interés usualmente señala situaciones que hay que tomar en cuenta para mejorar procesos y cambiar parámetros de funcionamiento. Estas características pueden descubrirse con el conocimiento de los autovalores de la matriz Jacobiana en estos puntos, pero generalmente los métodos de continuación hallan los puntos especiales, o críticos, y luego analizan sus características en una fase posterior, lo que acarrea más tiempo de cómputo y una posible pérdida de información. Este trabajo soporta la idea de usar un método para el cálculo de autovalores dentro del algoritmo de continuación, y específicamente en la resolución de los sistemas lineales que se resuelven en el paso corrector.

Hemos presentado un ejemplo usando el método de Arnoldi para el cálculo de autovalores y también para resolver estos sistemas lineales; sin embargo, pudiéramos usar algún otro método de Krylov, ya que estos métodos están en capacidad de resolver $Ax = b$ y $Ax = \lambda x$ simultáneamente y esa es la característica que los hace ideales en el ámbito de la continuación numérica.

El tamaño de la base de Krylov es un asunto que debe ser estudiado, ya que existe un compromiso entre la precisión de la solución y el uso de recursos computacionales como la memoria y el tiempo de procesamiento. Un algoritmo en bloques basado en espacios de Krylov sería una buena alternativa cuando se establece la característica que se desea evaluar de las soluciones; por ejemplo, si se desea evaluar la estabilidad, podría definirse un bloque de tamaño r y tratar de conseguir r autovalores de módulo máximo.

El presente documento estuvo dirigido a:

- 1) Presentar la generalidad de los métodos de continuación numérica, su utilidad e implementación básica en términos de un esquema predictor-corrector.
- 2) Presentar las principales características de los métodos de Krylov para el cálculo de algunos autovalores y autovectores de matrices de gran magnitud.
- 3) Señalar la utilidad de los métodos basados en espacios de Krylov, como los de Arnoldi, cuando se usan en conjunto con un método de continuación numérica.
- 4) Incluir algoritmos básicos que pueden usarse como guía para diseñar un método de continuación.
- 5) Establecer una comparación con un ejemplo práctico, para resaltar y soportar la propuesta de uso de métodos tipo Arnoldi en la continuación numérica de soluciones a problemas provenientes de aplicaciones en las ciencias e ingeniería.
- 6) Instruir en forma general con respecto a la algoritmia detrás de los métodos de continuación presentados.

Referencias Bibliográficas

- Baglama, J., Calvetti, D., Reichel, L., & Ruttan, A. (1998). Computation of a few small eigenvalues of a large matrix with application to liquid crystal modeling. *Journal of Computational Physics*, 146(1), 203-226.
- Bindel, D., Friedman, M., Govaerts, W., Hughes, J., & Kuznetsov, Y. A. (2008). CL-MATCONTL: a continuation toolbox for large equilibrium problems in MATLAB.
- Calvetti, D., & Reichel, L. (1999). A block-Lanczos method for large continuation problems. *Numerical Algorithms*, 21(1-4), 109-118.
- Calvetti, D., & Reichel, L. (2000). Iterative methods for large continuation problems. *Journal of computational and applied mathematics*, 123(1-2), 217-240.
- Castillo, Z. (2004). A new algorithm for continuation and bifurcation analysis of large scale free surface flows. PhD thesis, Rice University, Houston, Texas.
- Demmel, J. W. (1997). *Applied numerical linear algebra*. Society for Industrial and Applied Mathematics. Berkeley, California, first edition.
- Golub, G. H., & Van Loan, C. F. (1996). *Matrix Computations*. 3rd. edn. ed. The Johns Hopkins University.
- Govaerts, W. J. (2000). *Numerical methods for bifurcations of dynamical equilibria*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Prigogine, I., & Lefever, R. (1974). *Stability and self-organization in open systems* (pp. 215-240). Wiley, New York.
- Saad, Y. (2011). *Numerical methods for large eigenvalue problems: revised edition*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Seydel, R. (2009). *Practical bifurcation and stability analysis* (Vol. 5). Springer Science & Business Media.
- Sorensen, D. C. (1997). Implicitly restarted Arnoldi/Lanczos methods for large scale eigenvalue calculations. In *Parallel Numerical Algorithms* (pp. 119-165). Springer, Dordrecht.
- Trefethen, L. N., & Bau III, D. (1997). *Numerical linear algebra* (Vol. 50). Siam.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Castillo Marrero, Z. N., Colmenares Pacheco, G. A., & Cevallos Vique, V. O. (2020). Sobre el uso de métodos de Arnoldi para la continuación numérica de puntos estacionarios. *Ciencia Digital*, 4(3), 378-390. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1385>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.



Análisis químico, microbiológico y sensorial de helados de mora (*Rubus glaucus* Benth) a base de leche de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet).



*Chemical, microbiological and sensory analysis of blackberry ice creams (*Rubus glaucus* Benth) based on lupine milk (*Lupinus mutabilis* Sweet).*

Ronald Mauricio Zurita Gallegos.¹, Byron Adrián Herrera Chávez.² & Jessica Alexandra Robalino Vallejo.³

Recibido: 10-05-2020 / Revisado: 15-06-2020 / Aceptado: 01-07-2020/ Publicado: 25-08-2020

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1443>

A chemical, microbiological and sensory analysis on blackberry ice creams (*Rubus glaucus* Benth) was carried out, based on lupine milk (*Lupinus mutabilis* Sweet). A DBCA experimental design with three treatments and three repetitions was applied for lupine milk and blackberry ice creams. The information was analyzed in the SPSS program, using ANOVA and Duncan's test for protein, fat, total solids and ashes contents. A test was implemented with 36 tasters as a study group, where a verbal hedonic scale was used. Lupine milk from treatment T3 (LHC3) was considered the best treatment for making ice cream with 4.17% protein, 2.18% fat, 6.77% total solids, 0.20% ashes. For blackberry ice cream, the most accepted treatment was T1 (HLM1) with 6.21% protein, 2.20% fat, 17.84% total solids, 0.58% ashes being suitable for consumption.

Keywords: Sensory analysis, ice cream, lupine, blackberry.

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad Salud Pública, Carrera de Gastronomía. Riobamba, Ecuador. ronald.zurita@esPOCH.edu.ec

² Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Agroindustrial. Riobamba, Ecuador. bherrera@unach.edu.ec

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad Salud Pública, Carrera de Gastronomía. Riobamba, Ecuador. jrobalino@esPOCH.edu.ec

Resumen.

Se realizó un análisis químico, microbiológico y sensorial de los helados de mora (Rubus glaucus Benth) a base de leche de chocho (Lupinus mutabilis Sweet). Se aplicó un diseño experimental DBCA con tres tratamientos y tres repeticiones para la leche de chocho y los helados de mora. La información fue analizada en el programa SPSS, mediante ANOVA y la prueba de Duncan para los contenidos de proteína, grasa, sólidos totales y cenizas. Se realizó un test con un grupo de estudio de 36 degustadores, donde se utilizó una escala hedónica verbal. La leche de chocho del tratamiento T 3 (LHC3) fue considerado como el mejor tratamiento para la elaboración del helado con proteína 4.17%, grasa 2.18%, sólidos totales 6.77%, cenizas 0.20%. Para el helado de mora, el tratamiento más aceptado fue T 1 (HLM1) con proteína 6.21 %, grasa 2.20 %, sólidos totales 17.84 %, cenizas 0.58 % siendo aptos para el consumo.

Palabras claves: Sensorial, helados, chocho, mora.

Introducción.

El síndrome metabólico (SM) es un conjunto de anormalidades consideradas como un factor de riesgo para desarrollar enfermedad cardiovascular y diabetes. (Robles, 2013). El consumo de ácidos grasos trans se relaciona con un incremento del riesgo de sufrir una enfermedad cardiovascular, debido a su efecto sobre las lipoproteínas plasmáticas (Willett, y otros, 1993).

Sin embargo, existen otros alimentos que pueden contribuir a la ingesta de ácidos grasos trans en la dieta de determinados grupos de población. Este es el caso del helado, que es un producto de amplio consumo en ciertas épocas del año, y de gran aceptación entre la población infantil. Entre sus ingredientes básicos se puede encontrar la leche o grasa láctea (helados convencionales), o bien pueden ser productos modificados preparados con grasas vegetales o aceites vegetales parcialmente hidrogenados. Por esta razón este tipo de productos deben ser muy bien considerados en las dietas alimenticias (Aro, 1998)

A través de un estudio realizado en España, varios helados comercializados de forma masiva fueron analizados en su contenido de ácidos grasos trans. La mayor parte de las muestras analizadas presentaron un valor medio del 68,1% de ácidos grasos trans, seguido de un 21,1% de grasas monoinsaturadas y un 5,1% de grasas poliinsaturadas (Griguol, Vicario, & León, 2003).

Actualmente, los organismos internacionales y los consumidores adoptaron estrategias para lograr cambios actitudinales orientados hacia una alimentación saludable. En respuesta a esto, la tecnología alimentaria ha generado innovaciones e ingredientes de alto valor agregado, aplicables a alimentos funcionales (Britos, 2007).

Tarwi o chocho es una leguminosa rica en proteínas y grasas, razón por la cual, se debería considerar como un alimento importante para formar parte de la dieta alimentaria. Su contenido proteico es incluso superior al de la soya y su contenido en grasa es similar (Castañeda Castañeda, Manrique M., Gamarra Castillo, & Muñoz Jáuregui, 2008). Las harinas de lupinos son añadidas por su valor nutritivo (alta relación proteína-eficiencia) y también por proporcionar propiedades funcionales en productos de panadería y pastelería, en concentrados proteicos y en otros productos industriales. Esto resulta en una interesante forma de uso en la elaboración de leche sin lactosa (Castañeda Castañeda, Manrique M., Gamarra Castillo, & Muñoz Jáuregui, 2008).

Las frutas poseen variedad de vitaminas y antioxidantes por ejemplo la mora, fruta de mayor contenido de compuestos fenólicos en comparación con las otras frutas debido a la gran cantidad en flavonoides que hacen parte de este grupo de compuestos (Ligia Rodríguez, 2010). Los flavonoides son compuestos fenólicos con una alta capacidad antioxidante que están presentes en la mayoría de las plantas, especialmente en las frutas y las hortalizas. Su actividad antioxidante ha atraído fuertemente la atención de las industrias de procesamiento de alimentos y de las compañías de pigmentos, cosméticas y farmacéuticas (Ochoa & Ayala, 2004).

En los últimos años se ha puesto de manifiesto su importancia como antioxidante natural y su papel beneficioso, mediante su administración en la dieta, en la prevención de enfermedades cardiovasculares y algunos tipos de cáncer actuando a diferentes niveles dentro del proceso de inducción y proliferación de los tumores (Obdulio Benavente-García, 1997).

La tendencia actual es el uso de ingredientes integrales, naturales y en la reducción el aceite palma además de los aditivos como saborizantes artificiales, la reducción de grasas trans y aceites hidrogenados en los helados, es una alternativa para producir helados elaborados con leches vegetales como el tarwi o chocho que aporta con valores altamente nutricionales y frutas las cuales aportan valores de antioxidantes considerables.

Por otro lado el Análisis químico, microbiológico y sensorial de los tratamientos de helados de mora (Rubus glaucus Benth) a base de leche de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) tipo sherbet, se presentan como una interesante alternativa aportando en la tendencia actual de elaboración de helados para disminuir el uso de grasas trans.

Se obtuvo una leche de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) con excelentes características nutricionales, aplicable en la elaboración de helados de frutas andinas mora (Rubus glaucus Benth), uvilla (Physalis peruviana L.) que sean naturales, nutritivos, libres de lactosa considerado un helado tipo Sorbete o Sherbet según las normas NTE INEN 706 2005, con un buen grado de aceptabilidad.

Metodología.

La primera parte de la investigación se orientó a la selección del chocho y la mora como ingredientes para la elaboración del helado adquiriéndolos en un mercado de la ciudad de Riobamba y considerando los parámetros pertinentes para la realización de la investigación los ingredientes adquiridos fueron llevados a los laboratorios de la Escuela de Gastronomía de la Facultad de Salud pública de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo, Ecuador.

La investigación tuvo dos fases, la primera fue la obtención de la materia prima en donde se utilizó un diseño experimental (DBCA) con tres tratamientos y tres repeticiones para la leche. Para la segunda fase de la elaboración del helado de mora a base de leche de chocho se utilizó tres tratamientos con tres repeticiones, teniendo un total de 18 unidades experimentales.

Leche de chocho: se seleccionó el mejor grano de chocho además se lavó y se blanqueó en agua a 96°C por 2 min. se pesaron los ingredientes previo a la realización de los tratamientos planteados, posteriormente se escaldó a 96°C por 3 min. y se licuó cada una de las mezclas por 1 min. a 28°C además se cernió para luego pasteurizar a 70 °C por 15 min. Se enfrió a 4 °C la mezcla, envasándola para su análisis de proteína, grasas, sólidos totales y cenizas de los tratamientos realizados.

Helado de mora a base de leche de chocho: Una vez seleccionada la leche de chocho con mayor valor nutricional se licuó con la mora y adición de azúcar se licuó y cernió para pasteurizar la mezcla a 70°C por 15 min, después se enfrió hasta llegar a una temperatura de 0°C en donde se procedió a madurar la mezcla a 0°C aproximadamente por 24 h.

La homogenización y congelación se la realizó batiendo hasta que se enfríe y se rompan todos los cristales hasta tener una pasta de hielo a -6° C por 2 h. donde se colocó en envases esterilizados, sellados y etiquetando las muestras a -6°C. para la determinación de proteína, grasas, sólidos totales, cenizas, así como los parámetros microbiológicos como Coliformes, Escherichia Coli, Aerobios Mésofilos, Mohos y Levaduras, Salmonella, Staphylococcus, Listeria Monocytogenes.

Una vez realizado todos los análisis previos se continuo con una evaluación sensorial por medio de una prueba de aceptabilidad a los helados de los distintos tratamientos aplicada con una escala hedónica verbal a 36 estudiantes de la carrera de gastronomía para determinar la aceptabilidad de los helados.

La estadística se aplicada a los datos obtenidos en los diferentes factores fue un ANOVA y para determinar cambios significativos y para mayor certeza de esos cambios de aplico una de post hoc en base a la prueba de Duncan al 0.05 % utilizando el programa SPSS. Para la evaluación sensorial mediante un test de aceptabilidad con escala hedónica verbal se utilizó una estadística descriptiva dándole valores cuantitativos.

Resultados

Leche de chocho

Tabla 1 Características químicas de la leche de chocho

Indicadores	T 1 (TLCH1)	T 2 (TLCH2)	T 3 (TLCH3)	cv %	Media
Proteína	3.75 c	3.93 b	4.17 a	5.07	3.95
Grasa	2.04 a	2.13 a	2.18 a	11.79	2.12
Sólidos Totales	6.46 a	6.46 a	6.77 a	7.77	6.56
Cenizas	0.19 a	0.20 a	0.20 a	4	0.20

Nota: <0,05 (Duncan. 1955), letras iguales no difieren significativamente.

Fuente: Elaboración propia

Contenido de proteína de la leche de chocho.

El contenido de Proteína registró un valor de 3.95 % con un coeficiente de variación de 5.07 % al analizar los resultados se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. En la Tabla 1 aplicando la prueba de Duncan se observa que existen diferencias significativas entre los 3 tratamientos donde el tratamiento T1 (LCH1) difiere significativamente del tratamiento T2 (LCH2) y este a su vez con el tratamiento T3 (LCH3), tomando en cuenta que el tratamiento T3 tiene más contenido de proteína con 4.17 %.

Contenido de grasa de la leche de chocho

El contenido de Grasa registró una media de 2.12 % con un coeficiente de variación de 11.79 % al analizar los resultados no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Se observa en la Tabla 1 aplicando la prueba de Duncan los contenidos de grasa no difieren significativamente entre los 3 tratamientos, siendo el tratamiento T 3 (LCH3) que contiene 2.18 % de grasa.

Contenido de sólidos totales de la leche de chocho

El contenido de Sólidos Totales registró un valor de 6.56% con un coeficiente de variación de 7.77 % al analizar los resultados no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. En la Tabla 1 se observa que no hay diferencias significativas entre los 3 tratamientos aplicando la prueba de Duncan siendo el tratamiento T3 (LCH3) que registro 6.77 % de sólidos totales.

Contenido de cenizas de la leche de chocho

El contenido de Ceniza registró un valor de 0.20% con un coeficiente de variación de 4 % al analizar los resultados no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. En la Tabla 1 aplicando la prueba de Duncan se observa que no hay diferencias

significativas entre los 3 tratamientos siendo el tratamiento T3 (LCH3) con un contenido de .20% de cenizas.

Helados de Mora a Base de Leche de Chocho

Tabla 2 Contenidos nutricionales del helado de mora a base de leche de chocho

Indicadores	T 1 (HLM1)	T 2 (HLM2)	T 3 (HLM3)	cv %	Media
Proteína	6.21 a	6.29 a	6.76 a	7.01	6.42
Grasa	2.20 a	1.07 b	2.10 a	31.84	1.79
Sólidos Totales	17.84 a	16.54 a	18.24 a	8.06	17.54
Cenizas	0.58 a	0.31 a	0.32 a	52.5	0.40

Nota: <0,05 (Duncan. 1955), letras iguales no difieren significativamente.

Fuente: Elaboración propia

Contenido de proteína del helado de mora a base de leche de chocho

El contenido de Proteína registró un valor de 6.42 % con un coeficiente de variación de 7.01 % al analizar los resultados no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. En la (Tabla 2) mediante la prueba de Duncan no hay diferencias significativas siendo el tratamiento T3 (HLM3) que registro 6,76 % en el contenido de proteína.

Contenido de grasa del helado de mora a base de leche de chocho

El contenido de Grasa registró un valor de 1.79 % con un coeficiente de variación de 31.84 % al analizar los resultados se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. En la (Tabla 2) aplicando la prueba de Duncan hay diferencias significativas en el contenido de grasa siendo el tratamiento T2 (HLM2) que difiere del tratamiento T3 (HLM3) y T1 (HLM1) siendo este último tratamiento el que tiene 2.20 % en relación a los otros tratamientos.

Contenido de Sólidos Totales del helado de mora a base de leche de chocho

El contenido de Sólidos Totales registró un valor de 17.54 % con un coeficiente de variación de 8.06 % al analizar los resultados no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. En la Tabla 2 mediante la prueba de Duncan no hay diferencias significativas siendo el tratamiento T3 (HLM3) el que tiene un valor de 18,24 % de Sólidos Totales.

Contenido de cenizas del helado de mora a base de leche de chocho

El contenido de Ceniza registró un valor de 0.40% con un coeficiente de variación de 52.15 % al analizar los resultados no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. En la Tabla 2 mediante la prueba de Duncan no hay diferencias significativas siendo el tratamiento T 1 (HLM1) el que tiene un valor de 0,58 % de Cenizas.

Análisis microbiológicos de los helados de mora a base de leche de chocho

Tabla 3 Resultados de pruebas microbiológicas

Indicadores	LIMITES	R1 T1 (HLM1)	R1 T2 (HLM2)	R1 T3 (HLM3)	R2 T1 (HLM1)	R2 T2 (HLM2)	R2 T3 (HLM3)	R3 T1 (HLM1)	R3 T2 (HLM2)	R3 T3 (HLM3)
Coliformes Totales UFC/g	200	-	100	-	-	-	-	-	-	-
Eschericha Coli UFC/g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aerobios Mésófilos UFC/g	100000	70	-	-	-	-	-	-	-	-
Mohos y Levaduras UFC/g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salmonella UFC/25g	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Staphylococcus UFC/g	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-
Listeria Monocytogenes UFC/25g	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: el Símbolo (-) representa ausencia de patógeno

Coliformes Totales

En las pruebas microbiológicas Tabla 3 se determinó ausencia de Coliformes Totales.

Eschericha Coli

En los resultados microbiológicos de Escherichia Coli se declaró ausencia (Tabla 3)

Aerobios mesófilos

En los análisis microbiológicos en la repetición R1 HLM1 identificó (70 UFC/g) (Tabla 3), encontrándose en los rangos permitidos por las normas INEN.

Mohos y Levaduras

En los resultados obtenidos se determinó ausencia de Mohos y levaduras (Tabla 3).

Salmonella

Los análisis microbiológicos de Salmonella declararon ausencia de los mismos. (Tabla 3)

Aerobios mesófilos

En los análisis microbiológicos en la repetición R1 HLM1 identificó (70 UFC/g) (Tabla 3), encontrándose en los rangos permitidos por las normas INEN.

Mohos y Levaduras

En los resultados obtenidos se determinó ausencia de Mohos y levaduras (Tabla 3).

Salmonella

Los análisis microbiológicos de Salmonella declararon ausencia de los mismos. (Tabla 3)

Stafhylococcus

Se identificó presencia de stafhylococuccus (Tabla 3), en la repetición R1 HLM1 con (60 UFC/g), encontrándose en los rangos establecidas por las normas INEN.

Listeria Monocytogenes

Los análisis microbiológicos de Listeria Monocytogenes declararon ausencia (Tabla 3).

Test de Aceptabilidad

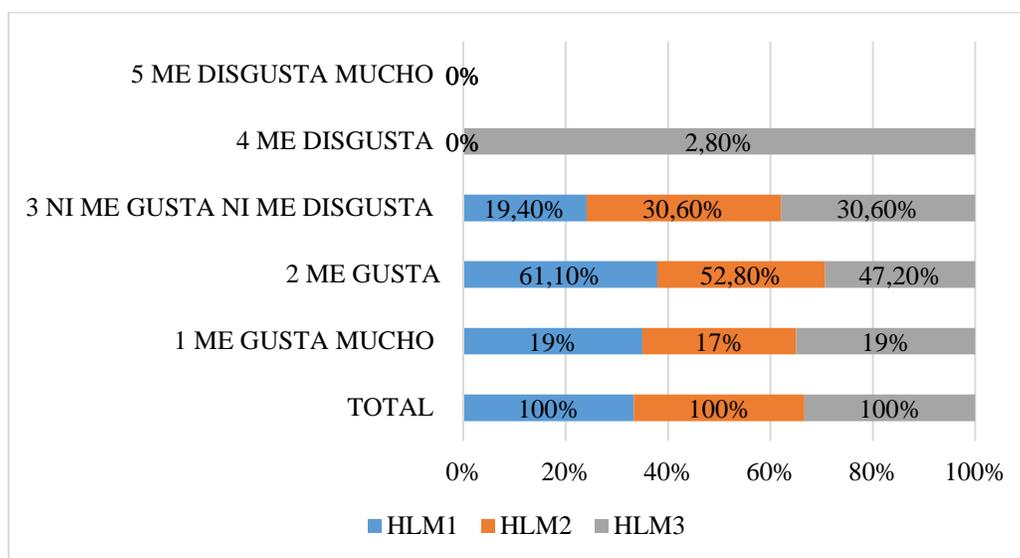


Figura 1 Test de aceptabilidad de helados de mora a base de leche de chocho
Fuente: Elaboración propia

Análisis del test de aceptabilidad de los helados de mora a base de leche de chocho

En el gráfico N1 está la representación por porcentaje obtenidos de una evaluación sensorial mediante escala hedónica verbal donde se puede determinar la aceptabilidad del producto final, como se puede observar el Tratamiento T1 (HLM1) contiene 61.10 % en la escala de me gusta, por su formulación que contienen mayor porcentaje de mora con respecto a la leche de chocho sobresaliendo de los demás tratamientos por su olor y color rojo intenso característico de la fruta con un sabor dulce y una textura cremosa, el tratamiento T2 (HLM2) con 52.89 % seguido del tratamiento T3 (HLM3) con 47.20 % de aceptabilidad. Se puede atribuir a que en mayor porcentaje de mora es más agradable el helado y a medida que disminuye la fruta y aumenta la leche de chocho disminuye la aceptabilidad del helado por mayor presencia del sabor de la leche de chocho.

Discusión de resultados.

La proteína encontrada en la leche de chocho T (LCH3) es de 4.17% siendo este tratamiento el mejor con alto valor para usar en la elaboración de helados de mora a base de leche de chocho, en relación a la leche de chocho según (E. Villacrés 2006) La proteína de leche de chocho encontrada en su investigación es de 3.5 %.

En la investigación de (E. Villacrés 2006) la leche de chocho aporta 1.6 % de grasa, mientras que en la presente investigación el tratamiento T 3 (LCH3) con 2.18 %

La contenido de sólidos encontrada en esta leche de chocho es de alto valor nutritivo en relación a los otros tratamientos ya que es de 6.77 % del tratamiento T 3 (LCH3) tal vez se deba a que el diámetro del lienzo para tamizar era muy pequeño y atravesaron partículas muy pequeñas de sólidos a través de él; según (Luis Dyrner1 2015) El mayor porcentaje de sólidos totales (10%) se halló en la muestra obtenida sin remojo y con filtración (M1); esto se refiere a una bebida artesanal a base de almendras; mientras que en la investigación de leche de chocho de (Luis Dyrner1 2015) se determinó un 12.54 % de sólidos totales.

La leche de almendras presenta mayor porcentaje de cenizas, es decir mayor contenido de minerales; con 0.30 % (Luis Dyrner1 2015), entretanto el contenido cenizas encontrada en la presente investigación el tratamiento T 3 (LCH3) la leche de chocho tiene un valor de 0.20 % siendo un porcentaje moderado de cenizas.

Un helado de tomate elaborado a base de leche de soya “contiene 2,6 g. en 60 g. en porción de helado” (Daniela Berestan 2010); según (Ibarra Hernández B. 2016) “el helado se elaboró por un proceso artesanal empleando como ingredientes leche de soya, harina de amaranto, azúcar, huevo, vainilla y grenetina. Con un contenido de 12.5 % de proteína”; hay que tener en cuenta que los helados elaborados a base de leche de chocho no fueron fortificados con ningún tipo de proteína de origen animal, siendo así la proteína encontrada en el helado de mora a base de leche de chocho con 6,76 % en el tratamiento T 3 (HLM3).

El producto tipo helado a base de soya y amaranto Según (Ibarra Hernández B. 2016) “el helado desarrollado presentó un contenido proteico 3.5 veces mayor que el producto comercial y aproximadamente 5 veces menor de grasa”; se puede observar en la tabla de composición proximal del helado desarrollado contiene 2.3 % de grasa; mientras que la grasa

encontrada en el Helado de mora a base de leche de chocho es de 2.20 % es del tratamiento T 1 (HLM1).

La investigación llamada Utilización de Leche de Soya en Helado, la composición del helado a elaborar fue la siguiente: 7 % de grasa, 7 % de sólidos no grasos (leche y soya) y 31,6 % de sólidos totales (mínimos). Según (Tamara Rodríguez* 2010) mientras que los sólidos totales encontrada en la presente investigación del helado de mora a base de leche de chocho del el tratamiento T 3 (HLM3) con un contenido de 18,24 % de sólidos totales.

El contenido de cenizas encontrada en esta leche es de alto valor que es de 0,58 % que describe el tratamiento T 1 (HLM1); la composición proximal del contenido de cenizas del helado de elaboración de un producto tipo helado a base de soya (glycine max) y amaranto (amaranthus cruentus) con jugo de fruta esferificado según (Ibarra Hernández B. 2016) es de 0.5%.

Se puede determinar que los helados se encuentran dentro de los parámetros microbiológicos de las normas NTE INEN 706 2005

Conclusiones.

- La leche de chocho del tratamiento T3 (LCH3) se consideró como el mejor tratamiento para la elaboración del helado, siendo su composición bromatológica su proteína de 4,17%, sólidos totales 6.77% , grasa 2.18% y 0.20% de cenizas.
- De los procesos de elaboración de los helados de mora a base de leche de chocho realizados con 3 tratamientos se analizaron los parámetros químicos y microbiológicos cumpliendo con las normas NTE INEN 706 2005 donde clasifica como tipo Sherbet y para poder determinar cuál fue el mejor tratamiento se realizó un test de aceptabilidad con un grupo de estudio de 36 degustadores aplicando una escala hedónica verbal la cual fue analizada para determinar la aceptabilidad siendo el T1 (HLM1) del helado de mora a base de leche de chocho el mejor tratamiento obtenido en donde registro proteína 6.21%, sólidos totales 17.84% , grasa 2.20% y ceniza 0.58%
- En la elaboración de helados de mora a base de leche de chocho se pudo determinar ausencia de microorganismo patógenos como coliformes totales, eschericha coli, salmonella, mohos y levaduras; en aerobios mésofilos y Stafhylococcus se encuentran en el rango permisible por lo cual es apto para el consumo humano.
- La elaboración de helado de leche de chocho, se constituye en una alternativa saludable, sin embargo, es necesario continuar con los procesos de investigación que permiten ir mejorando el sabor y la calidad de palatabilidad del producto con el

propósito de promover su uso comercial, la alternabilidad de este producto podría iniciarse en restaurantes de cocina gourmet como una propuesta innovadora.

Referencias Bibliográficas

- Aro, A. A.-B. (1998). Trans fatty acids in dietary fats and oils from 14 european countries: the TRANSFAIR study. 137-149.
- Britos, S. (2007). Transición nutricional, obesidad y desafíos de las políticas públicas y los agronegocios. *Nutrinfo*.
- Castañeda Castañeda, B., Manrique M., R., Gamarra Castillo, F., & Muñoz Jáuregui. (2008). Probiótico elaborado en base a las semillas de . *Acta Médica Peruana*, 213.
- Daniela Berestan, M. P. (2010). Helado de verduras a base de leche de soja. *Invenio Revista de investigación académica*, 144. Obtenido de Dialnet .
- Griguol, V., Vicario, ..., & León, M. (2003). Contenido en isómeros geométricos de los ácidos grasos en helados comerciales. *CSIC*, 19.
- Ibarra Hernández B., S. F. (2016). Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Obtenido de Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/8/99.pdf>
- Ligia Rodríguez, L. L. (2010). Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en colombia, mora (*Rubus glaucus* b.), maracuyá (*Passiflora edulis* s.), guayaba (*Psidium guajava* l.) y Papayuela (*Carica cundina*). *Revista Alimentos Hoy*. I.
- Luis Dyer¹, M. B. (2015). Portal Regional da BVS. Obtenido de Portal Regional da BVS: <http://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-771527>
- Obdulio Benavente-García, J. C. (1997). Uses and Properties of Citrus Flavonoids. *American Chemical Society*, 45 (12), pp 4505–4515. Obtenido de <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf970373s>
- Robles, J. C. (2013). Síndrome metabólico: concepto y aplicación práctica. *Scielo Perú* , 315.
- Tamara Rodríguez*, J. C. (2010). UTILIZACIÓN DE LECHE DE SOYA EN HELADO. *CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS*, 28. Obtenido de http://www.hablemosclaro.org/Repositorio/biblioteca/b_255_Leche_de_soya_en_helado.pdf

- Villacrés, E. (2006). <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/910>. (I. Quito, Ed.) Recuperado el 2016, de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/910>: <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/298/1/iniapscbd333.pdf>
- Willett, W. C., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Colditz, G. A., Speizer, F. E., Rosner, B. A., . . . Hennekens, C. H. (1993). Intake of trans fatty acids and risk of coronary. 581-585.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Zurita Gallegos, R. M., Herrera Chávez, B. A., & Robalino Vallejo, J. A. (2020). Análisis químico, microbiológico y sensorial de helados de mora (*Rubus glaucus* Benth) a base de leche de chocho (*Lupinus mutabilis* Sweet). *Ciencia Digital*, 4(3), 391-403. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v4i3.1443>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Ciencia Digital**.

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Ciencia Digital**.

