

ISSN.:2602-8085



2023



**Ciencia
Digital**

VOL. 7 NUM. 2
OPTIMIZACIÓN & EFICIENCIA
ABRIL - JUNIO 2023

www.cienciadigital.org
www.cienciadigitaleditorial.com

REVISTA CIENTIFICA EVALUADA POR PARES

La revista Ciencia 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 una 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



Contacto: Ciencia Digital, Ambato- Ecuador

Teléfono: 0998235485

Publicación:

w: www.cienciadigital.org

w: www.cienciadigitaleditorial.com

e: luisefrainvelastegui@cienciadigital.org

e: luisefrainvelastegui@hotmail.com

Director General

Dr.C. Efraín Velastegui López. PhD. ¹

"Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado".

Albert Szent-Györgyi

¹ 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.

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



Índice

1. Secuelas crónicas cardiovasculares Post- SARS-CoV-2

(Erika Elizabeth Sailema Sailema, Yessenia Magaly Cruz Castillo)

06-21

2. Reporte de caso de paciente canino con hipoadrenocorticismio tratado con fludrocortisona en el "Hospital Veterinario Argos"

(Rubén Francisco Granda Nájera, Andrés Santiago Aguilar Cavaiguna, Edy Paul Castillo Hidalgo, Estefanía Margarita Villacreses Montufar)

22-37

3. Eficacia de una intervención administrativa sobre los procesos de preparación del agar Mueller Hinton en dos hospitales públicos del Ecuador

(Maria Daniela Calderon Racines, Paulina Isabel Armas Freire, Johana Susana Brito Zambrano, Verónica Janeth Chamba Herrera)

38-63

4. Optimización de la compensación reactiva en sistemas eléctricos por el método CRITIC

(Alvaro Napoleón Chiguano Velasco, Jessica Nataly Castillo Fiallos, Carlos Iván Quinatoa Caiza, Edison Fabricio Guanochanga Collaguazo)

64-81



5. La rentabilidad y el comercio electrónico en las PYMES en el Ecuador. Caso emprendimientos en empresas de alimentos y bebidas

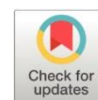
(Gabith Miriam Quispe Fernández, Otto Eulogio Arellano Cepeda, Edgar Aníbal Rodríguez, Jorge Fernando Cruz Parra)

82-94

Secuelas crónicas cardiovasculares Post- SARS-CoV-2

Chronic cardiovascular sequelae Post-SARS-CoV-2

- ¹ Erika Elizabeth Sailema Sailema  <https://orcid.org/0009-0001-1545-422X>
Estudiante de la Universidad Técnica de Ambato, carrera de Medicina, Ambato, Ecuador.
esailema8474@uta.edu.ec
- Yessenia Magaly Cruz Castillo  <https://orcid.org/0000-0002-4642-885X>
Docente de la Universidad Técnica de Ambato, carrera de Medicina, Ambato, Ecuador.
Médico del Hospital General Docente Ambato.
ymcruz@uta.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 13/01/2023

Revisado: 22/02/2023

Aceptado: 02/03/2023

Publicado: 05/04/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i2.2523>

Cítese:

Sailema Sailema, E. E., & Cruz Castillo, Y. M. (2023). Secuelas crónicas cardiovasculares Post- SARS-CoV-2. *Ciencia Digital*, 7(2), 6-21.
<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i2.2523>



CIENCIA DIGITAL, es una Revista multidisciplinaria, **Trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Palabras claves:

SARS-CoV-2;
enfermedades
cardiovasculares,
complicaciones
crónicas,
síndrome post-
COVID, infección
viral.

Keywords: SARS-

CoV-2,
cardiovascular
disease,
chronic
complications,
post-covid
syndrome,
viral infection.

Resumen

Introducción. La infección por SARS-CoV-2 representa un problema de salud pública a nivel mundial, incluso varios años posteriores a su aparición, el desarrollo de patologías crónicas muestra una serie de complicaciones a nivel sistémico, con principal afectación a nivel cardiovascular de forma crónica, esto ha llevado a la investigación de la fisiopatología y las consecuencias pueden presentarse ante la presencia de esta patología. **Objetivo.** Determinar el impacto de las secuelas crónicas cardiovasculares posterior a la infección por SARS-CoV-2. **Metodología.** Se realizó una búsqueda sistemática, de manera crítica en artículos de revistas científicas, analizando las publicaciones referentes a las complicaciones a nivel cardiovascular causadas por el SARS-CoV-2. Para la revisión bibliográfica se analizaron 126 citas, las mismas que fueron sometidas a criterios de inclusión y exclusión, dando como resultado final 54 artículos seleccionados para la presente revisión. **Resultados.** La infección por SARS-CoV-2 causan afectaciones de manera crónica en el sistema cardiovascular partiendo de la actividad del sistema inmunitario, activación de citoquinas, daño endotelial y miocárdico, causando modificaciones estructurales y funcionales; las patologías que más se mencionan en los estudios analizados detallan: insuficiencia y arritmias cardíacas, miocardiopatías, isquemia vascular, taquicardia paroxística postural e hipertensión arterial. **Conclusión.** Las secuelas crónicas cardiovasculares posteriores a la infección por SARS-CoV-2, genera un gran impacto en la población debido a que aumentan las tasas de morbimortalidad a corto y largo plazo; además, la disminución de la calidad de vida en pacientes aparentemente sanos y en aquellos con comorbilidades preexistentes.

Abstract

Introduction. SARS-CoV-2 infection represents a public health problem worldwide, even several years after its appearance, the development of chronic pathologies shows a series of complications at systemic level, with main affectation at cardiovascular level in a chronic way, this has led to the investigation of the pathophysiology and the consequences that may occur in the presence of this pathology. **Objective.** To determine the impact of chronic cardiovascular sequelae following SARS-CoV-2 infection.

Methodology. A systematic and critical search of scientific journal articles was conducted, analyzing the publications on cardiovascular complications caused by SARS-CoV-2. For the bibliographic review, 126 citations were analyzed and subjected to inclusion and exclusion criteria, resulting in fifty-four articles selected for the present review. **Results.** SARS-CoV-2 infection chronically affects the cardiovascular system through immune system activity, cytokine activation, endothelial and myocardial damage, causing structural and functional modifications; the pathologies most frequently mentioned in the studies analyzed are heart failure and arrhythmias, cardiomyopathies, vascular ischemia, postural paroxysmal tachycardia, and high blood pressure. **Conclusion.** Chronic cardiovascular sequelae following SARS-CoV-2 infection have a significant impact on the population due to the increase in short- and long-term morbidity and mortality rates, as well as a decrease in the quality of life in apparently healthy patients and in those with pre-existing comorbidities.

Introducción

La enfermedad causada por el SARS-CoV-2, un nuevo coronavirus que se identificó por primera vez en Wuhan-China en el año 2019, denominado también COVID-19 (Tobler et al., 2022). En marzo del año 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), declaró pandemia, a consecuencia de la emergencia sanitaria que surgió (Lin et al., 2021). El impacto principal que originó el virus fue a nivel pulmonar y sus múltiples complicaciones (Iqbal et al., 2021), sin embargo, se identificaron afectaciones en otros sistemas, causando disfunción multiorgánica significativa en el contexto agudo, incluido el síndrome de dificultad respiratoria, lesión renal, lesión hepática, lesión miocárdica y shock sistémico, esto aumentó la mortalidad asociada por COVID-19 (Lin et al., 2021).

Según la OMS (2021), las enfermedades cardiovasculares (ECV) causan aproximadamente 17,9 millones de muertes cada año, representa el 32% de todas las muertes a nivel mundial, se presenta además una reducción de la calidad de vida en las personas que padecen alguna ECV crónica (*American Heart Association*, 2020). Los pacientes con infección grave por COVID-19 son más propensos a eventos adversos que conducen a una lesión miocárdica directa, estos eventos agudos llegan a descompensar la

enfermedad cardíaca subyacente y causar una ECV de manera crónica (Nascimento & Sable, 2022).

Las ECV constituyen un grupo de trastornos del corazón y vasos sanguíneos que incluyen: cardiopatías coronarias, enfermedades cerebrovasculares, insuficiencia cardíaca, cardiopatías reumáticas, enfermedad arterial periférica, arritmias, entre otras (Rinaldi et al., 2022). Cuatro de cada cinco defunciones por ECV se deben a cardiopatías coronarias y accidentes cerebrovasculares, y una tercera parte de esas defunciones ocurren prematuramente en personas menores de 70 años (OMS, 2021).

En la presente revisión, se busca consolidar los datos disponibles sobre las complicaciones cardiovasculares a largo plazo de la infección por COVID-19. En la actualidad, están surgiendo datos que demuestran la disfunción orgánica postinfecciosa, mucho después de la fase aguda de la enfermedad (Iqbal et al., 2021).

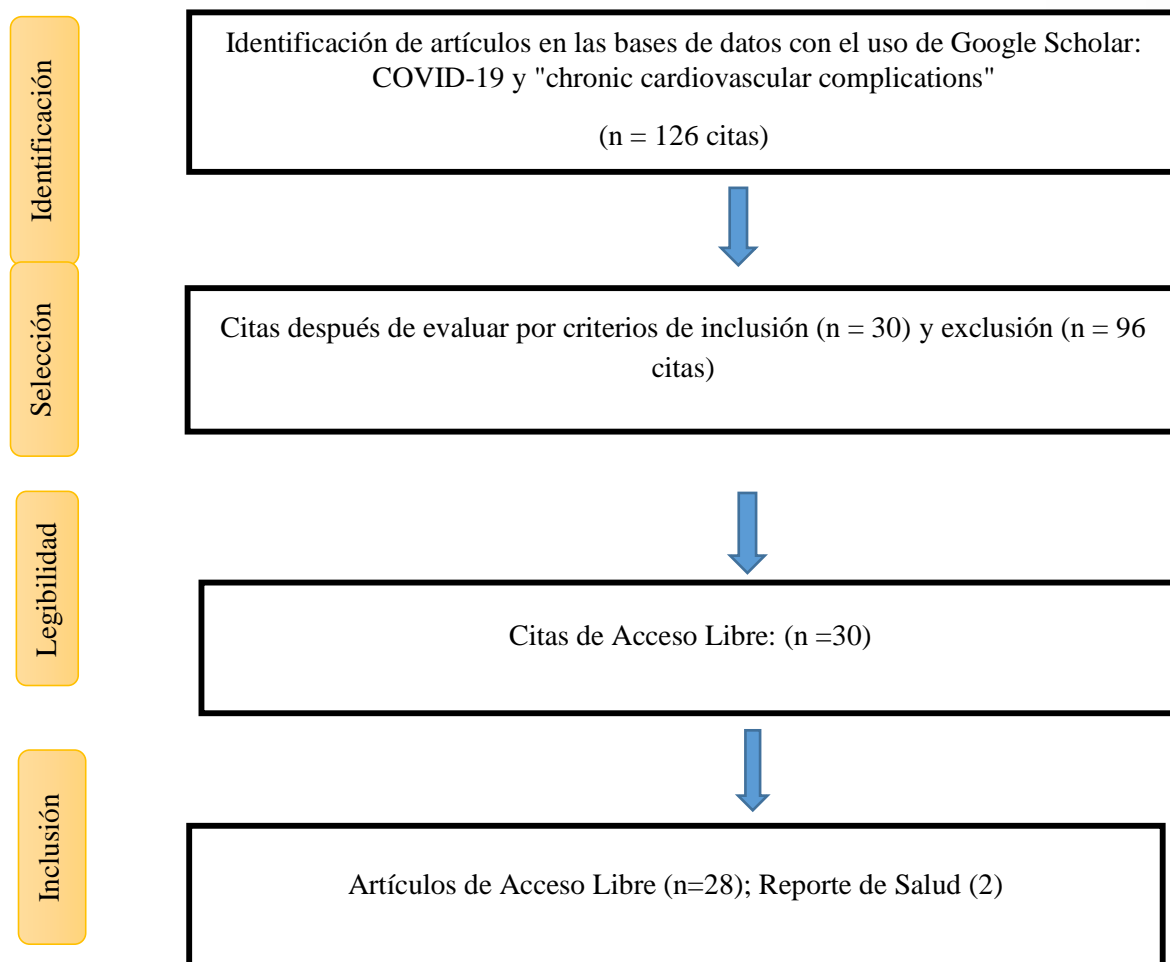
Objetivo. - Se realiza una revisión sistemática para determinar el impacto de las secuelas crónicas cardiovasculares posterior a la infección por SARS-CoV-2.

Metodología

Se realizó una búsqueda sistemática en la literatura científica con el propósito de identificar artículos académicos con el tema: “COVID-19, complicaciones crónicas cardiovasculares”. Esta búsqueda se realizó con el uso de plataforma *Google Scholar*, *PubMed*, *Medline ScienceDirect*, *Lancet*, *NEJM*, entre otras. Se empleó la búsqueda avanzada con el siguiente comando “COVID-19” y “*Chronic cardiovascular complications*”. La búsqueda se basó en artículos académicos relacionados al COVID-19 desde el año 2019 escritos en inglés y español, se incluyó todos los artículos de libre acceso, y se excluyó las cartas a autores, sección de libros, infección en niños, vacunas de COVID-19 y terapia farmacológica. Una vez que se eliminaron los duplicados, la búsqueda identificó 126 citas, después de analizar el contenido, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión. Esto resultó en la identificación de 30 artículos relevantes para la presente revisión. Además, en base a la metodología PICO por sus siglas en inglés (*Patient, Intervention, Comparison, Outcome*), se plantea la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las complicaciones crónicas cardiovasculares en pacientes que han sufrido COVID-19?; donde “P” corresponde a la población, haciendo mención a pacientes que han sufrido COVID-19; “I” alude a la intervención, que en este caso no es específica, debido a que corresponde a un artículo de revisión; “C” que representa a la comparación entre los artículos analizados y finalmente “O” que concierne a los resultados obtenidos en la investigación, mismos que parten de identificar y analizar las complicaciones cardiovasculares crónicas en la población de estudio.

Figura 1

Resultados de la búsqueda y procedimiento de selección de referencias



Nota: Proceso de selección de estudios en una revisión sistemática, consta de una serie de bloques que muestran el número de estudios identificados, el número de estudios incluidos y excluidos, citas de libre acceso y el número de estudios finalmente incluidos.

Resultados

Los datos que han surgido de evaluaciones y resultados a largo plazo demuestran una carga significativa de enfermedad cardiovascular después de la infección aguda por SARS-CoV-2, se ha demostrado la presencia de trastornos cerebrovasculares, arritmias, cardiopatía isquémica, insuficiencia cardíaca y trastornos trombóticos entre 30 días y 12 meses posterior a la infección aguda por COVID-19 (Tobler et al., 2022).

Mecanismos probables de lesión del sistema cardiovascular debido al SARS-CoV-2

La infección por SARS-CoV-2 asociada a neumonía, afecta a nivel cardiovascular al causar una mayor demanda metabólica causada por una infección y un menor suministro cardíaco. La neumonía grave puede causar obstrucción de las vías respiratorias, afecta el intercambio de gases con hipoxemia, reduce notablemente la reserva de energía por anabolismo celular y promueve el metabolismo anaerobio, seguido de acidosis intracelular y liberación de radicales libres que dañan la capa de fosfolípidos de la membrana celular de las células cardíacas (Keihanian & Bigdelu, 2020).

La entrada de calcio inducida por la hipoxia provoca daño y desarrolla apoptosis de los cardiomiocitos. Además, se encontraron altos niveles de IL-1 β , IFN- γ IP-10 y MCP-1 en la infección por COVID-19, lo que aumenta las respuestas de las células Th1 (Fernández & Zavala, 2023). La desproporción de las respuestas de células auxiliares tipo 1 y 2 puede estimular la tormenta de citocinas que conduce a una lesión miocárdica. Otro mecanismo de lesión celular es la muerte celular programada causada por ferroptosis, cuando los fosfolípidos con colas de acilo graso poliinsaturado se oxidan de forma dependiente del hierro. La ferroptosis de las células de marcapasos del nódulo sinusal, inducidas por la infección por SARS-CoV-2 podría contribuir a la patogenia de los pacientes con COVID-19 y explicar algunas de las arritmias cardíacas observadas en los pacientes (Han et al., 2022).

Las células proinflamatorias liberan citoquinas como la proteína quimioatrayente de monocitos-1 (MCP-1), una citoquina importante que se observó que aumenta significativamente después del inicio de COVID-19. MCP-1 es un importante regulador de la migración de monocitos y macrófagos al sitio de infección por SARS-CoV-2 (Fernández & Silva, 2022). La acumulación de las células inflamatorias en las inclusiones virales en el miocardio puede alterar la función cardíaca mecánica o eléctricamente (Nascimento & Sable, 2022).

La interleucina-1 β (IL-1 β), otro regulador clave de la respuesta inflamatoria, puede estimular la liberación de IL-21, IL-17 e IL-22 que median la proliferación y diferenciación celular, contribuyen al engrosamiento del miocardio con el desarrollo de miocardiopatía. El factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) secretado por macrófagos, neutrófilos, mastocitos y cardiomiocitos también puede promover la proliferación celular y el engrosamiento del miocardio (Farshidfar et al., 2021).

Otro mecanismo de lesión miocárdica por SARS-CoV-2 podría atribuirse a la enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE2). El SARS-CoV-2 se une al zinc peptidasa ACE2, esta se expresa ampliamente en diferentes partes del cuerpo, como los pulmones y el sistema cardiovascular, y las vías de señalización relacionadas con ACE2, también

pueden tener un papel en la lesión cardíaca (Sahni et al., 2021). Por lo tanto, los síntomas cardiovasculares en pacientes positivos para COVID-19 pueden ser más frecuentes, probablemente debido a la inflamación sistémica y la respuesta del sistema inmunitario. La lesión miocárdica durante la hospitalización por COVID-19, se asoció con una mayor mortalidad y puede predecir alta probabilidad de tener secuelas postagudas de COVID-19 (Keihanian & Bigdelu, 2020).

Miocarditis

El SARS-CoV-2 podría afectar la formación de gránulos de estrés dentro de los cardiomiocitos, lo que lleva a la replicación viral y al daño celular por Hipersensibilidad tipo II (Taher et al., 2022). La afectación cardíaca se da a través de una respuesta inflamatoria crónica evocada por reservorios virales persistentes en el corazón, posterior a una infección aguda, exacerbada por la liberación de adipoquinas, como proteína quimioatrayente de monocitos-1 y quimiocinas, expresadas por células T normales y presumiblemente secretadas que agravan la disfunción endotelial a través del desacoplamiento del óxido nítrico sintetasa endotelial y la producción de especies reactivas de oxígeno. Una consecuencia no deseada de tales procesos sería un daño tisular insidioso, seguido de fibrosis miocárdica crónica que provocaría una distensibilidad ventricular alterada, baja perfusión miocárdica, mayor rigidez miocárdica, contractilidad reducida y posibles arritmias (Raman et al., 2022).

Alteraciones endoteliales

La protección del sistema cardiovascular está mediada por las células endoteliales (CE), que liberan las proteínas que influyen en la coagulación de la sangre y el sistema inmunitario. El daño a las CE afecta los tejidos cardiovasculares, lo que eventualmente causa ataques cardíacos espontáneos en COVID-19 (Keihanian & Bigdelu, 2020). Además, la lesión de las CE conduce a la inflamación de los vasos sanguíneos, lo que provoca la ruptura de la placa de ateroma y un infarto de miocardio, la subsiguiente tormenta de citoquinas a la insuficiencia cardíaca inducida por la inflamación (Lasica et al., 2022). Los principales factores que contribuyen al daño endotelial incluyen el desequilibrio entre los antioxidantes y la producción de especies reactivas del oxígeno y nitrógeno reactivo (ROS y RNS), la remodelación del ventrículo izquierdo, la fibrosis mediante la liberación del factor de crecimiento transformante beta (TGF- β) por monocitos diferenciados (Ahmad et al., 2022).

Los mecanismos vasculares y endoteliales pueden incluir: endoteliopatía, deterioro de la integridad capilar con alteración del flujo sanguíneo; vasculitis; coagulopatías o trombosis. La persistencia de partículas virales puede contribuir al mecanismo, ya sea en el tejido miocárdico o en reservorios ocultos en otros órganos, los tres componentes de la

tríada de Virchow (hipercoagulabilidad, estasis y lesión vascular) están involucrados en el aumento de la trombosis en pacientes con COVID-19 (Gyöngyösi et al., 2022).

Hipertensión arterial

Se ha descrito que la enfermedad por COVID-19 está relacionado con el surgimiento de la hipertensión arterial (HTA), puede explicarse por la interferencia que tiene el SARS-CoV-2 sobre el sistema renina angiotensina (SRA), siendo la enzima convertidora de angiotensina 2 (ACE2) el principal mecanismo de contra regulación para el eje principal del SRA, y fundamental para el control de la presión arterial y el equilibrio electrolítico. El SARS-CoV-2 se une a ACE2 y mejora su degradación, lo que disminuye la acción contraria de ACE2 en el RAS, con un aumento de la reabsorción de sodio y agua, lo que lleva a un aumento de la presión arterial y la excreción de potasio (Maestre et al., 2021).

Síndrome de taquicardia ortostática postural post-covid

Es un trastorno de la circulación sanguínea que afecta al sistema nervioso autónomo. Su característica principal es la intolerancia ortostática y se caracteriza por un incremento sostenido de la frecuencia cardíaca de 30 latidos/min o más en ausencia de hipotensión ortostática. Los estudios sugieren que la prevalencia de hipotensión ortostática por COVID-19 prolongado puede oscilar entre el 10 % y el 41 %. Además, se ha descubierto que la taquicardia es un síntoma común asociado al COVID-19, entre el 25 y el 50 % de los pacientes afectados (Chadda et al., 2022).

Manejo

Los cambios en el estilo de vida y la farmacoterapia cardiovascular juegan un papel verdaderamente importante en el manejo de las ECV en todo su espectro. La terapia con medicamentos ha demostrado ser una herramienta para prolongar y mejorar la calidad de vida, como resultado de su papel en la mejora de los síntomas debilitantes.

La reducción de la presión arterial mediante la asociación de uno o más fármacos es fundamental para la prevención y el tratamiento de las ECV. A nivel mundial, el 62 % de las enfermedades cerebrovasculares y el 49 % de las cardiopatías isquémicas se atribuyeron a un control subóptimo de la presión arterial. Asimismo, el desarrollo de fármacos para el control de los niveles de lípidos séricos ha tenido un impacto importante en la prevención y tratamiento de estas enfermedades. Las estatinas pueden reducir el riesgo de eventos cardiovasculares en un 20% y los beneficios de la terapia aumentan con su duración. Además, los fármacos antiplaquetarios, como el ácido acetilsalicílico en dosis bajas, desempeñan un papel importante en la prevención de la cardiopatía isquémica y los accidentes cerebrovasculares. Como el mecanismo de acción de las principales

opciones farmacoterapéuticas para la prevención de las ECV incluyen los antihipertensivos, hipolipemiantes y antiagregantes plaquetarios (Arévalos et al., 2021).

Discusión

Las infecciones virales causadas por SARS, MERS e influenza, así como neumonías concomitantes, son responsables de complicaciones no solo a nivel pulmonar, sino multisistémico en especial del sistema cardiovascular; tal es el caso del virus de la influenza, causante de miocarditis, infarto agudo de miocardio e insuficiencia cardíaca (Nguyen et al., 2016).

El SARS-CoV-2 protagonista de la reciente pandemia, al igual que los anteriores patógenos, es autor de patología multisistémicas, con especial predilección pulmonar y cardiovascular (Umesh et al., 2022). Un estudio demuestra la presencia de miocarditis en pacientes positivos para COVID-19 en ausencia de síntomas respiratorios (Fan & Cheung, 2022), datos sugerentes de la importancia del seguimiento cardiovascular en estos pacientes.

La infección por SARS-CoV-2, a razón de su fisiopatogenia, provoca complicaciones cardiovasculares a corto y largo plazo. Según un metaanálisis, alrededor del 8% de los pacientes con infección por COVID-19 presentan lesión cardíaca aguda (Lin et al., 2020), resultados que concuerdan con una investigación realizada en 112 pacientes con sospecha de miocarditis aguda e infección concomitante con COVID-19, en los que se estima la presencia de miocarditis aguda entre 2,4 y 4,1 por cada 1000 pacientes (Ammirati et al., 2022). Una investigación que compara 83 pacientes con Síndrome Coronario Agudo por COVID-19 con 166 con el mismo diagnóstico sin la presencia del virus, identificada insuficiencia cardíaca aguda en el 21,7%, mayores tasas de complicaciones graves 33,7% y mortalidad intrahospitalaria a los 30 días del 6,7% a favor del primer grupo de pacientes (Milovančev et al., 2022).

En efecto, el COVID-19 tiene un impacto en el sistema cardiovascular que puede ser intermedio, duradero o persistente, mismos que parte de una lesión miocárdica aguda, originando modificaciones estructurales, entre las que cabe citar: hipertrofia concéntrica del ventrículo izquierdo, ventrículo derecho severamente hipocinético y dilatado, daño en las células de marcapasos, con consiguiente aparición de arritmias cardíacas, cardiomiopatía e insuficiencia cardíaca. La lesión miocárdica durante la hospitalización por COVID-19, se asoció con una mayor mortalidad y puede predecir alta probabilidad de tener secuelas post-agudas de COVID-19 (Weber et al., 2022).

Tras estos y varios hallazgos, surge la interrogante de las secuelas cardiovasculares crónicas causadas por este agente patógeno. Entre los pacientes que sobrevivieron a su

hospitalización índice, la mortalidad incrementó a lo largo de 12 meses (Weber et al., 2022). Estos aspectos han sido revisados extensamente por otros, en los registros médicos de EE. UU. que incluyeron más de 73,000 sobrevivientes de COVID-19, se reportó con un IC 95% hipertensión arterial, arritmias cardíacas, signos y síntomas circulatorios, aterosclerosis coronaria e insuficiencia cardíaca (Umesh et al., 2022).

Si bien se dispone de un amplio conocimiento sobre las complicaciones agudas de COVID-19, ya sean atribuidas a varios mecanismos, tales como: isquemia relativa, inflamación sistémica y daño mediado por patógenos, con niveles elevados de biomarcadores, como troponina I, BNP y Dímero D (Wang et al., 2020); tras la persistencia de síntomas cardiovasculares, aparición de nuevas patologías y mayores índices de mortalidad posterior a la infección, situación que fue identificada en un estudio, con tasas de mortalidad entre 1,3 a 12% al año de adquirir la enfermedad, en varios de los casos por muerte cardíaca súbita (Tobler et al., 2022), en este mismo sentido, un estudio prospectivo demostró que la presencia de valores elevados de troponina de alta sensibilidad en pacientes con COVID-19 se asoció con síntomas persistentes a los 12 meses de la primoinfección, mayores tasas de reingreso hospitalario y mortalidad (Weber et al., 2022).

La lesión miocárdica y los indicadores de esta, en especial los niveles elevados de troponina cardíaca I de alta sensibilidad, se consideran predictores de mortalidad y secuelas cardiovasculares a largo plazo. En un estudio observacional prospectivo que incluyó a 701 pacientes supervivientes de COVID-19, donde se realizó una evaluación de troponina I cardíaca de alta sensibilidad, con seguimiento a los 270 días del alta hospitalaria, se evidenció lesión miocárdica en el 10.7%, mortalidad por eventos cardiovasculares y cerebrovasculares del 25,5% (Rinaldi et al., 2022).

El estado inflamatorio inducido por SARS-CoV-2 provoca alteraciones endoteliales, con mayor daño en vasos de menor calibre. Según Ishihara et al. (2022), en su estudio con el objetivo de comparar la mortalidad en pacientes con enfermedad arterial en extremidades inferiores y coexistencia de COVID-19 y en ausencia de este virus, encontró un 20% de mortalidad a los 30 días del diagnóstico inicial, datos sugestivos que los pacientes que desarrollaron COVID-19 tenían un riesgo de mortalidad significativamente mayor que los tratados antes de la pandemia.

El SARS-CoV-2 presenta mayor número de complicaciones en personas mayores a 60 años, afecta de manera severa en relación directamente proporcional a la edad, tal es el caso de lesión cardíaca con miocarditis fulminante; un estudio realizado en 10 países en cuatro ubicaciones geográficas, los pacientes que presentaron complicaciones cardíacas asociadas al SARS-CoV-2 eran, en promedio, 10 años mayores que los que no. Los

pacientes con lesión miocárdica tenían de mayor edad y con más comorbilidades cardiovasculares (Tobler et al., 2022).

Estudios epidemiológicos, sugieren que el SARS-CoV-2 tiene predilección por el sexo masculino, así como también la presencia de secuelas crónicas cardiovasculares; respaldando lo antes mencionado, un estudio realizado en hámsteres sirios machos y hembras que fueron infectados por este agente patógeno, detectó títulos virales altos en lavados nasales en hámsteres machos, en contraste con las hembras que mostraron títulos virales mucho más bajos y síntomas moderados (Yuan et al., 2021); otro estudio también realizado en hámsteres sirios machos demostró ferroptosis en las células del marcapasos primario, causante de arritmias cardíacas en pacientes infectados por COVID-19 (Han et al., 2022).

Conclusiones

- La infección por SARS-CoV-2, es causante de manifestaciones pulmonares y multisistémicas en especial a nivel cardiovascular, mismas que parten desde un estado inflamatorio con selectividad por las vías de señalización de ACE, activación del sistema inmunitario y liberación de sustancias quimiotácticas, con potente daño miocárdico, endotelial y consecuentes modificaciones estructurales y funcionales que pueden persistir en el tiempo incluso superada la primoinfección y causar daños irreversibles como arritmias e insuficiencia cardíaca, síndrome de taquicardia postural, hipertensión arterial, isquemia vascular y miocardiopatías; alteraciones que al ser causantes por un patógeno resistente, resultan un enigma desde su origen hasta su manejo y tratamiento, constituyendo un importante problema de salud por un incremento ponderal en los índices de morbi-mortalidad de la población. La presencia de comorbilidades preexistentes, edad, sexo, así como el curso de la enfermedad por SARS-CoV-2, se relaciona con la gravedad de patología, así como la lesión miocárdica y la progresión a secuelas crónicas post infección.

Conflicto de intereses

El autor declara que no existen conflictos de interés.

Referencias Bibliográficas

Ahmad, J., Ahmed, S., Shinde, M., Almermesh, M. H. S., Alghamdi, S., Hussain, A., & Anwar, S. (2022). The Impact of COVID-19 On Comorbidities: A Review of

- Recent Updates for Combating It. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(5), 3586–3599. <https://doi.org/10.1016/J.SJBS.2022.02.006>
- American Heart Association. (2020, May). *Coronavirus precautions for patients and others facing higher risks*. American Heart Association. <https://www.heart.org/en/coronavirus/coronavirus-covid-19-resources/coronavirus-precautions-for-patients-and-others-facing-higher-risks>
- Ammirati, E., Lupi, L., Palazzini, M., Hendren, N. S., Grodin, J. L., Cannistraci, C. v., Schmidt, M., Hekimian, G., Peretto, G., Bochaton, T., Hayek, A., Piriou, N., Leonardi, S., Guida, S., Turco, A., Sala, S., Uribarri, A., Vourc, M., Cannatà, A., & Kerneis, M. (2022). *COVID-19 – Associated Acute Myocarditis*. 1123–1139. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.121.056817>
- Arévalos, V., Ortega, L., Rodríguez, J. J., López, M. C., Castrillo-Golvano, L., Salazar-Rodríguez, A., Sabaté-Tormos, M., Spione, F., Sabaté, M., & Brugaletta, S. (2021). Acute and Chronic Effects of COVID-19 on the Cardiovascular System. *Journal of Cardiovascular Development and Disease 2021, Vol. 8, Page 128*, 8(10), 128. <https://doi.org/10.3390/JCDD8100128>
- Chadda, K. R., Blakey, E. E., Huang, C. L. H., & Jeevaratnam, K. (2022). Long COVID-19 and Postural Orthostatic Tachycardia Syndrome is Dysautonomia to Be Blamed? *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 9. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.860198>
- Fan, B. E., & Cheung, C. (2022). Post COVID-19 Arterial Thromboembolism: A Clear and Present Danger. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 48(1), 112–114. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1728717>
- Farshidfar, F., Koleini, N., & Ardehali, H. (2021). Cardiovascular complications of COVID-19. *JCI Insight*, 6(13). <https://doi.org/10.1172/JCI.INSIGHT.148980>
- Fernández, E., & Silva, C. (2022). Revisión bibliográfica: tormenta de citoquinas producida por COVID-19. *Investigación y Desarrollo*, 12(1), 42–49. <https://doi.org/10.31243/id.v12.2020.987>
- Fernández, E., & Zavala, A. (2023). *Efectos del aislamiento social en el estado cognitivo de personas mayores de 65 años durante la pandemia SARS-Cov2, estudio comparativo longitudinal*. 23(1). <https://doi.org/10.5867/medwave.2023.01.2592>
- Gyöngyösi, M., Alcaide, P., Asselbergs, F. W., Brundel, B. J. J. M., Camici, G. G., Steffens, S., Tschöpe, C., Linthout, S. van, & Davidson, S. M. (2022). Long

COVID and the cardiovascular system-elucidating causes and cellular mechanisms to develop targeted diagnostic and therapeutic strategies: a joint Scientific Statement of the ESC Working Groups on Cellular Biology of the Heart and Myocardial and Pericardial Diseases. *Cardiovascular Research*, 9, 1–21. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvac115>

Han, Y., Zhu, J., Yang, L., Nilsson-Payant, B. E., Hurtado, R., Lacko, L. A., Sun, X., Gade, A. R., Higgins, C. A., Sisso, W. J., Dong, X., Wang, M., Chen, Z., Ho, D. D., Pitt, G. S., Schwartz, R. E., Tenover, B. R., Evans, T., & Chen, S. (2022). SARS-CoV-2 Infection Induces Ferroptosis of Sinoatrial Node Pacemaker Cells. *Circulation Research*, 130(7), 963–977. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.121.320518>

Iqbal, F. M., Lam, K., Sounderajah, V., Clarke, J. M., Ashrafian, H., & Darzi, A. (2021). Characteristics and predictors of acute and chronic post-COVID syndrome: A systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine*, 36, 100899. <https://doi.org/10.1016/J.ECLINM.2021.100899>

Ishihara, T., Iida, O., Takahara, M., Tsujimura, T., Higashino, N., Hata, Y., Toyoshima, T., Nakao, S., & Mano, T. (2022). Clinical course of patients with chronic limb-threatening ischemia developing COVID-19. *Journal of Cardiology*, 80(6), 545–548. <https://doi.org/10.1016/J.JJCC.2022.07.010>

Keihanian, F., & Bigdelu, L. (2020). Cardiovascular considerations in COVID-19: A comprehensive review. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 16, 1089–1097. <https://doi.org/10.2147/TCRM.S264377>

Lasica, R., Djukanovic, L., Mrdovic, I., Savic, L., Ristic, A., Zdravkovic, M., Simic, D., Krljanac, G., Popovic, D., Simeunovic, D., Rajic, D., & Asanin, M. (2022). *Clinical Medicine Acute Coronary Syndrome in the COVID-19 Era-Differences and Dilemmas Compared to the Pre-COVID-19 Era*. <https://doi.org/10.3390/jcm11113024>

Lin, S., Kantor, R., & Clark, E. (2021). Coronavirus Disease 2019. *Clinics in Geriatric Medicine*, 37(4), 509–522. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2021.05.001>

Maestre, M. M., Arias, Á., Mata-Vázquez, E., Martín-Toledano, M., López-Larramona, G., María Ruiz-Chicote, A., Nieto-Sandoval, B., & Lucendo, A. J. (2021). Clinical Medicine Long-Term Outcomes of Patients with Coronavirus Disease 2019 at One Year after Hospital Discharge. *J. Clin. Med*, 10, 2945. <https://doi.org/10.3390/jcm10132945>

- Milovančev, A., Petrović, M., Popadić, V., Miljković, T., Klašnja, S., Djuran, P., Ilić, A., Kovačević, M., Milosavljević, A. S., Brajković, M., Crnokrak, B., Memon, L., Milojević, A., Todorović, Z., Čanković, M., Šarkanović, M. L., Bjelić, S., Tadić, S., Redžek, A., & Zdravković, M. (2022). Characteristics and Outcomes of Patients with Acute Coronary Syndrome and COVID-19. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(7), 1791. <https://doi.org/10.3390/JCM11071791>
- Nascimento, B. R., & Sable, C. (2022). Cardiac involvement in COVID-19: cause or consequence of severe manifestations? *Heart*, *108*(1), 7–8. <https://doi.org/10.1136/HEARTJNL-2021-320246>
- Nguyen, J. L., Yang, W., Ito, K., Matte, T. D., Shaman, J., & Kinney, P. L. (2016). Seasonal Influenza Infections and Cardiovascular Disease Mortality. *JAMA Cardiology*, *1*(3), 274. <https://doi.org/10.1001/JAMACARDIO.2016.0433>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2021). *Enfermedades cardiovasculares*. https://www.who.int/es/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1
- Raman, B., Bluemke, D. A., Neubauer, S., & Lüscher, T. F. (2022). *Long COVID: post-acute sequelae of COVID-19 with a cardiovascular focus*. 1157–1172.
- Rinaldi, R., Basile, M., Salzillo, C., Grieco, D. L., Caffè, A., Masciocchi, C., Lilli, L., Damiani, A., la Vecchia, G., Iannaccone, G., Bonanni, A., de Pascale, G., Murri, R., Fantoni, M., Liuzzo, G., Sanna, T., Massetti, M., Gasbarrini, A., Valentini, V., & Montone, R. A. (2022). Myocardial Injury Portends a Higher Risk of Mortality and Long-Term Cardiovascular Sequelae after Hospital Discharge in COVID-19 Survivors. *Journal of Clinical Medicine*, *11*(19). <https://doi.org/10.3390/jcm11195964>
- Sahni, S., Gupta, G., Sarda, R., Pandey, S., Pandey, R. M., & Sinha, S. (2021). Impact of metabolic and cardiovascular disease on COVID-19 mortality: A systematic review and meta-analysis. *Diabetes and Metabolic Syndrome: Clinical Research and Reviews*, *15*(6). <https://doi.org/10.1016/J.DSX.2021.102308>
- Taher, F., Eysa, A., Fahmy, D., Shalaby, A., Mahmoud, A., El-Melegy, M., Abdel Razek, A. A. K., & El-Baz, A. (2022). COVID-19 and myocarditis: a brief review. *Frontiers in Bioscience - Landmark*, *27*(2), 73. <https://doi.org/10.31083/J.FBL2702073/2768-6698-27-2-073.PDF>
- Tobler, D. L., Pruzansky, A. J., Naderi, S., Ambrosy, A. P., & Slade, J. J. (2022). Long-Term Cardiovascular Effects of COVID-19: Emerging Data Relevant to the

Cardiovascular Clinician. *Current Atherosclerosis Reports*, 24(7), 563–570.
<https://doi.org/10.1007/S11883-022-01032-8/FIGURES/1>

Umesh, A., Pranay, K., Pandey, R. C., & Gupta, M. K. (2022). Evidence mapping and review of long-COVID and its underlying pathophysiological mechanism. *Infection*, 50(5), 1053–1066. <https://doi.org/10.1007/s15010-022-01835-6>

Wang, D., Hu, B., Hu, C., Zhu, F., Liu, X., Zhang, J., Wang, B., Xiang, H., Cheng, Z., Xiong, Y., Zhao, Y., Li, Y., Wang, X., & Peng, Z. (2020). Clinical Characteristics of 138 Hospitalized Patients With 2019 Novel Coronavirus–Infected Pneumonia in Wuhan, China. *JAMA*, 323(11), 1061–1069.
<https://doi.org/10.1001/JAMA.2020.1585>

Weber, B., Siddiqi, H., Zhou, G., Vieira, J., Kim, A., Rutherford, H., Mitre, X., Feeley, M., Oganezova, K., Varshney, A. S., Bhatt, A. S., Nauffal, V., Atri, D. S., Blankstein, R., Karlson, E. W., Di Carli, M., Baden, L. R., Bhatt, D. L., & Woolley, A. E. (2022). Relationship Between Myocardial Injury During Index Hospitalization for SARS-CoV-2 Infection and Longer-Term Outcomes. *Journal of the American Heart Association*, 11(1).
<https://doi.org/10.1161/JAHA.121.022010>

Yuan, L., Zhu, H., Zhou, M., Ma, J., Chen, R., Chen, Y., Chen, L., Wu, K., Cai, M., Hong, J., Li, L., Liu, C., Yu, H., Zhang, Y., Wang, J., Zhang, T., Ge, S., Zhang, J., Yuan, Q., & Xia, N. (2021). Gender associates with both susceptibility to infection and pathogenesis of SARS-CoV-2 in Syrian hamster. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 6(1). <https://doi.org/10.1038/s41392-021-00552-0>

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**.



Indexaciones



Reporte de caso de paciente canino con hipoadrenocorticismo tratado con fludrocortisona en el “Hospital Veterinario Argos”

Case report of a canine patient with hypoadrenocorticism treated with fludrocortisone at the "Argos Veterinary Hospital"

- ¹ Rubén Francisco Granda Nájera  <https://orcid.org/0000-0002-4756-3914>
Maestría en Medicina Veterinaria, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
ruben.granda.55@est.ucacue.edu.ec
- ² Andrés Santiago Aguilar Cavaiguna  <https://orcid.org/0009-0002-5140-3101>
Maestría en Medicina Veterinaria, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
andres.aguilar@ucacue.edu.ec
- ³ Edy Paul Castillo Hidalgo  <https://orcid.org/0000-0001-5311-5002>
Maestría en Medicina Veterinaria, Universidad Católica de Cuenca, Ecuador.
ecastilloh@ucacue.edu.ec
- ⁴ Estefanía Margarita Villacreses Montufar  <https://orcid.org/0009-0009-8220-8502>
Argos Hospital Veterinario
villacresesem@gmail.com

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 08/01/2023

Revisado: 17/02/2023

Aceptado: 02/03/2023

Publicado: 05/04/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i2.2533>

Cítese:

Granda Nájera, R. F., Aguilar Cavaiguna, A. S., Castillo Hidalgo, E. P., & Villacreses Montufar, E. M. (2023). Reporte de caso de paciente canino con hipoadrenocorticismo tratado con fludrocortisona en el “Hospital Veterinario Argos”. *Ciencia Digital*, 7(2), 22-37. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i2.2533>



CIENCIA DIGITAL, es una Revista multidisciplinaria, **Trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Palabras claves:

hipoadrenocortisismo, fludrocortisona, acth, ecografía abdominal

Resumen

El hipoadrenocortisismo es una enfermedad poco diagnosticada o subdiagnosticada, dentro de la medicina veterinaria de pequeñas especies en Ecuador. El objetivo del presente estudio es reportar el tratamiento y el diagnóstico de esta patología para lograr identificar en etapas tempranas y administrar una correcta terapéutica. La paciente llega a consulta, por un cuadro inespecífico, los tutores reportan que tiembla, esta inapetente y ha disminuido la actividad física hace 3 días. En otro servicio la recetaron omeprazol a 1mg/kg y meloxicam a 0.05mg/kg. El equipo médico del Hospital Argos identifica en la evaluación física mucosas húmedas y rosadas, TRC 4 segundos, FR: jadeo, dolor abdominal craneal severo. Estado de consciencia normal, pulso débil, SpO₂: 93%, presión sistólica: 145mmHg. Se le sugieren exámenes generales en el Hospitales Veterinario Argos, hemograma, química sanguínea, coproparasitario, ecografía abdominal y lipasa pancreática. En donde resalta una neutrofilia moderada, hiponatremia y hipercalemia, con lipasa pancreática positiva (snap IDEXX). Se evalúa el cuadro junto con el servicio de Endocrinovet, y se determina un posible cuadro de hipoadrenocortisismo. Se indica una medición basal de cortisol, el cual resulta <1ug/dl, lo cual es altamente sospechoso de la enfermedad, ante la falta de disponibilidad de ACTH (gold standard de diagnóstico), para realizar una estimulación, para un diagnóstico definitivo, se decide instaurar tratamiento, por los exámenes y la clínica del paciente. En el presente se reportan las ventajas y desventajas del tratamiento instaurado en la paciente (fludrocortisona), en comparación con el tratamiento de elección pivalato de desoxicorticosterona, junto con la evolución del cuadro clínico de la paciente. El hipoadrenocortisismo es una enfermedad poco diagnosticada o subdiagnosticada, dentro de la medicina veterinaria de pequeñas especies en Ecuador. El objetivo del presente estudio es reportar el tratamiento y el diagnóstico de esta patología para lograr identificar en etapas tempranas y administrar una correcta terapéutica. La paciente llega a consulta, por un cuadro inespecífico, los tutores reportan que tiembla, esta inapetente y ha disminuido la

actividad física hace 3 días. En otro servicio la recetaron omeprazol a 1mg/kg y meloxicam a 0.05mg/kg. El equipo médico del hospital argos identifica en la evaluación física mucosas húmedas y rosadas, TRC 4 segundos, FR: jadeo, dolor abdominal craneal severo. Estado de consciencia normal, pulso débil, SpO₂: 93%, presión sistólica: 145mmHg. Se le sugieren exámenes generales en el Hospitales Veterinario Argos, hemograma, química sanguínea, coproparasitario, ecografía abdominal y lipasa pancreática. En donde resalta una neutrofilia moderada, hiponatremia y hipercalemia, con lipasa pancreática positiva (snap IDEXX). Se evalúa el cuadro junto con el servicio de Endocrinovet, y se determina un posible cuadro de hipoadrenocortisismo. Se indica una medición basal de cortisol, el cual resulta <1ug/dl, lo cual es altamente sospechoso de la enfermedad, ante la falta de disponibilidad de ACTH (gold standard de diagnóstico), para realizar una estimulación, para un diagnóstico definitivo, se decide instaurar tratamiento, por los exámenes y la clínica del paciente. En el presente se reportan las ventajas y desventajas del tratamiento instaurado en la paciente (fludrocortisona), en comparación con el tratamiento de elección pivalato de desoxicorticosterona, junto con la evolución del cuadro clínico de la paciente.

Keywords:

hypoadrenocorticism, fludrocortisone, acth, abdominal ultrasonography, ultrasound.

Abstract

Hypoadrenocorticism is an underdiagnosed or underdiagnosed disease in small species veterinary medicine in Ecuador. The objective of this study is to report the treatment and diagnosis of this pathology to identify it in initial stages and to administer a correct therapy. The patient came to the clinic with a nonspecific condition, the guardians reported that she was shivering, had no appetite and had decreased her physical activity 3 days ago. In another service she was prescribed omeprazole at 1mg/kg and meloxicam at 0.05mg/kg. The medical team of the Argos Hospital identifies in the physical evaluation moist and pink mucous membranes, CRT 4 seconds, RR: panting, severe cranial abdominal pain. Normal state of consciousness, weak pulse, SpO₂: 93%, systolic pressure: 145mmHg. General examinations were suggested at the Argos Veterinary Hospital, hemogram, blood

chemistry, coproparasite, abdominal ultrasound and pancreatic lipase. The results showed moderate neutrophilia, hyponatremia, and hyperkalemia, with positive pancreatic lipase (snap IDEXX). The picture is evaluated together with the Endocrinovet service, and a possible hypoadrenocorticism is determined. A basal cortisol measurement is indicated, which results. The patient came to the clinic with a nonspecific condition, the guardians reported that she was shivering, had no appetite and had decreased her physical activity 3 days ago. She was prescribed omeprazole at 1mg/kg and meloxicam at 0.05mg/kg. The medical team of the Argos hospital identifies in the physical evaluation moist and pink mucous membranes, CRT 4 seconds, RR: panting, severe cranial abdominal pain. Normal state of consciousness, weak pulse, SpO₂: 93%, systolic pressure: 145mmHg. General examinations were suggested at the Argos Veterinary Hospital, hemogram, blood chemistry, coproparasite, abdominal ultrasound and pancreatic lipase. The results showed moderate neutrophilia, hyponatremia, and hyperkalemia, with positive pancreatic lipase (snap IDEXX). The picture is evaluated together with the Endocrinovet service, and a possible hypoadrenocorticism is determined. A basal cortisol measurement is indicated, which results.

Introducción

Etiología Hipoadrenocortisismo

El hipoadrenocortisismo primario ocurre por una destrucción adenocortical inmunomediada que tiene como consecuencia la pérdida de mineralocorticoides y glucocorticoides. Existen pacientes atípicos, que son muy pocos, los cuales también presentan una pequeña pérdida selectiva de la capacidad secretora de glucocorticoides. Y por último el de origen secundario que tiene como origen una reducción de hormonas adrenocorticotropicas (ACTH) y esto genera una pérdida (Feldman et al., 2015).

Fisiología de la corteza Adrenal

En la corteza adrenal se sintetizan las hormonas adrenocorticales, los cuales comprenden el 80% de la glándula adrenal. Y se dividen en tres regiones:

- La zona interior reticularis.
- La zona fasciculata.
- La zona exterior glomerular.

La primera zona, interior reticularis y la segunda zona fasciculata son las encargadas de producir el principal glucocorticoide endógeno, el cortisol, también otros dos muy importantes que son los estrógenos y andrógenos. Una zona poco definida pero igual de importante es la zona glomerular la cual no tiene una zona estructural muy clara, pero se produce la aldosterona que es el principal mineralocorticoide endógeno y se sintetiza en esta zona glomerular (Feldman & Nelson, 2007).

Etiología hipoadrenocorticismo primario

Se puede presentar por un trastorno en el eje hipotalámico-pituitario- adrenal. Sin embargo, es el resultado de una destrucción sustancial del tejido adrenocortical. En el que necesita haber más de un 90% de destrucción y se altere las reservas adrenocorticales en situaciones de no estrés (Nelson & Couto, 2000).

En pacientes como el Caniche y Collies se ha evidenciado una predisposición genética en el hipoadrenocorticismo, lo cual indica que la herencia está ligada por medio de un locus recesivo único o un factor de herencia indeterminado.

Existen otros tipos de factores que pueden desencadenar esta enfermedad como trastornos infiltrativos infecciosas, una hemorragia inducida por coagulopatías, sobredosis o reacciones a ciertos fármacos como el mitotane o trislotano y otros fármacos como los imidasoles, metirapone, aminoglutemida y mifepristone (Mooney & Peterson, 2012).

Características clínicas

En estos casos pueden existir pacientes que no presenten ningún tipo de signo no específico, sin embargo, en otros casos puede haber una hipoperfusión en donde este colapso agudo, acompañados con hipovolemia, deshidratación, vómitos, diarrea, dolor abdominal e hiponatremia (Mooney & Peterson, 2012).

En casos más graves puede haber hemorragias gastrointestinales acompañadas con melena y hematemesis. En los casos más afectados puede haber problemas cardiacos como bradicardia, según el grado del colapso respiratorio.

En algunos casos otros sistemas pueden estar relacionados, como el gastrointestinal, renal y neurológico, provocando por ejemplo depresión inapetencia, debilidad, letargia, dependiendo del estado y gravedad del paciente, en donde en menos frecuencia puede haber polidipsia poliuria, en casos menos frecuentes megaesofago reversible y disfunción neuromuscular como calambres (Granados et al., 2010).

La mayoría de pacientes con hipoadrenocortisismo primario son hipovolémicos variables, son propensos a una hipotensión remarcada. Esto es una posible hipotensión, a causa de una falta de secreción de aldosterona, que puede ser exacerbada debido a una presión normal con una respuesta vascular disminuida, por una producción de óxido nítrico (Nelson & Couto, 2000).

Hipoadrenocortisismo secundario

En los perros se la conoce como insuficiencia adrenocortical secundaria a la actividad hipotalámica-pituitaria dañada, en la cual se puede ver una lesión específica destructiva, pero es más secundaria a causa del complemento de una administración excesiva de glucocorticoides exógenos, los cuales dependiendo de la terapia y el tiempo de duración del tratamiento pueden permanecer en el organismo por semanas incluso meses (Rijnberk & Kooistra, 2010).

Diagnóstico

En la hematología los principales valores alterados son la línea blanca con la presencia de linfocitos y eosinófilos (linfopenia y eosinopenia). Acompañado de una anemia no regenerativa de enfermedad crónica. Y debido a las hemorragias gastrointestinales se produce una anemia profunda que puede comenzar con una anemia regenerativa pero debido a la supresión general de la médula ósea, cambia la respuesta regenerativa.

Entre las anormalidades más destacadas en la bioquímica sérica, se encuentra la azotemia hiponatremia, hipercalemia, hipocloremia y menos regular la hipoglucemia e hipercalcemia (Mooney & Peterson, 2012).

Solo el 10% de los pacientes con hipoadrenocortisismo primario presentan electrolitos normales o bajo niveles de sodio y calcio cuando se diagnostica en un principio. En estos casos los pacientes no necesitan glucocorticoides en un principio, pero con el paso del tiempo los valores de sodio pueden estar bajos con los mineralocorticoides y el calcio puede estar alto (Klein & Peterson, 2010a).

Otras anormalidades son las variables pueden ser hipoalbuminemia, hipoproteïnemia o anemia, pero se puede ocultar por la hipovolemia o deshidratación.

En el diagnóstico por imagen se puede observar la reducción de la silueta cardíaca, por medio de una radiografía torácica, otro signo es la prominencia de la vascularización pulmonar y el diámetro de la vena cava caudal. También se puede observar un megaesófago reversible a causa del hipoadrenocortisismo (Mooney & Peterson, 2012).

Se puede también realizar un estudio ecográfico en el cual la reducción de tamaño o la atrofia de la glándula adrenal puede brindar un diagnóstico más acertado del hipoadrenocortisismo primario (Liste, 2010).

Para obtener un diagnóstico definitivo se necesita la prueba de respuesta a la ACTH en el cual no haya recibido una terapia con glucocorticoides exógenos. En pacientes caninos la prueba de repuesta a la ACTH es mejor realizarlo entre 30-60 minutos después de la administración IV de de 250 µg (0 125 µg en perros de < 5kg) (Reagan et al., 2010).

Tratamiento

En el caso hipoadrenocortisismo agudo se necesita una estabilización por medio de fluidoterapia en la cual no se suplemente muy rápido el sodio, pero se pueda corregir la hipovolemia para evitar trastornos neurológicos reversibles variables (Klein & Peterson, 2010b).

Se puede utilizar para estabilizar el succinato sodio de hidrocortisona (HSS) que es el único esteroide parenteral disponible, pero si no existe la disponibilidad se puede utilizar prednisolona que no causa el mejor efecto ya que su baja de actividad mineralocorticoide no la hace la mejor opción. El HSS tiene una dosis de 0,5 mg/kg i.v y esta va a proporcionar una estabilidad adecuada de glucorticoides y mineralocorticoides. Como recomendación se sugiere que se administre dentro de su misma bolsa de fluido prepara en una de concentración de 1 mg/ml, ya que se puede adherir a plástico o cristal en concentraciones bajas (Feldman et al., 2015).

El acetato de fludrocortisona es un esteroide adrenocortical, tienen 10 veces la actividad glucocorticoides y 125 veces la actividad mineralocorticoide del cortisol. La dosis es de 10-30µg/kg una vez al día de forma oral. La dosis inicial es la dosis más baja, además el ajuste de la dosis se realiza posteriormente a la evaluación de electrolitos cada semana. Cuando son estables la concentración de electrolitos dentro de los rangos de referencia, se puede hacer las pruebas cada 3 o 4 meses. En caso de hipoadreocortisismo, el uso de este fármaco se recomienda cuando se encuentra entre los rangos superiores, sin embargo, debido al metabolismo de los esteroides y su biodisponibilidad, puede ser necesario otros fármacos para controlarlo, como lo son el uso de acetato de fluodrocortisona + prednisolona/prednisona a largo plazo. Se recomienda con el uso de las dosis más bajas de acetato de fluodrocortisona, debido que el efecto secundario de la prednisolona/prednisona es un metabolismo acelerado, en la administración diaria (Mitropoulou et al., 2022).

Metodología

El presente trabajo de investigación corresponde a un estudio de diseño no experimental, descriptivo, de corte transversal y carácter cualitativo. Retribuye a un caso clínico de un paciente canino con una endocrinopatía primaria inmunomediada.

En el reporte de caso vamos a utilizar los siguientes materiales:

1. Historia clínica del paciente
2. Analítica sanguínea
3. Ecografía Abdominal.
4. Bibliografía y estudios relevantes modernos para la discusión del caso clínico.

El hipoadrenocortisismo es una enfermedad endocrina primaria poco frecuente, de prevalencia en caninos jóvenes, que ocurre cuando hay destrucción de más del 90% de células funcionales de la corteza adrenal, generalmente de etiología autoinmune (Lathan & Thompson, 2018).

Resultados

La metodología utilizada para el presente caso seleccionado fue por medio de los lineamientos de la guía CARE en la cual se toman en cuenta los siguientes puntos de estudio (Díaz et al., 2021).

Información del paciente

- Información del paciente como (nombre, raza, sexo, edad, estado reproductivo).
- Anamnesis, historial médico incluyendo su alimentación y estilo de vida.
- Signos clínicos del paciente.
- Intervenciones médicas con sus respectivos resultados y alguna enfermedad concomitante pertinente (Reusch, 2000).

Hallazgos clínicos

- Hallazgos importantes en la exploración física (Díaz et al., 2021).

Línea de tiempo

- Acontecimientos de mayor importancia encontrados en el diagnóstico o las intervenciones (Díaz et al., 2021).

Evaluación Diagnóstica

- Métodos diagnósticos como la exploración física, exámenes de laboratorio, exámenes imagenológicos.
- Inconvenientes para el diagnóstico como factores económicos.
- Interpretación de los diagnósticos incluido los diferenciales.
- Pronóstico del paciente (cuando sea posible) (Díaz et al., 2021).

Intervención terapéutica

- Tipos de intervención como preventiva, farmacológica o quirúrgica.
- Administración o los procedimientos para la intervención (como dosis, concentración o duración de los procedimientos).
- Complicaciones o cambios en la técnica quirúrgica (Díaz et al., 2021).

Seguimiento y resultados

- Resultados brindados por el médico tratante.
- Resultados de los exámenes diagnósticos y complementarios.
- Observar el tratamiento o las intervenciones y la tolerabilidad a las mismas.
- Situaciones o acontecimientos imprevistos o adversos (Rand, 2013).

Para realizar la búsqueda y posterior recolección de información se utilizaron bases de datos de acceso libre como libros, revistas o estudios de caso relacionados con el presente estudio.

Presentación del caso clínico:

Una paciente de nombre preciosa, mestiza de 4 años llega a consulta debido a que hace 3 días presenta anorexia, los tutores la notan decaída, no quiere jugar, presenta temblores cuando esta acostada, notan que respira diferente, su vacunación esta al día come alimento de mala calidad, y vive con otro canino. Anteriormente la medicaron con omeprazol y meloxicam en otro servicio, por signos inespecíficos que los asociaron a un cuadro de dolor, además toma más agua y orina en mayor cantidad.

En el examen físico se encuentran mucosas húmedas y rosadas, TRC:2s, reflejo pupilar normal, pulso fuerte y concordante, estado de consciencia deprimido, FC: 110lpm, FR: JADEO, dolor abdominal craneal moderado a severo. Peso: 22.6kg.

El médico de guardia sugiere realizar un panel completo de exámenes, hemograma, química sanguínea completa, ionograma, y test de lipasa pancreática cualitativa Idexx (positivo). En donde se encuentra neutrofilia moderada absoluta, leucograma de estrés, y aumento de la hemoglobina, lipasa pancreática positiva, hiperproteinemia, hiperglicemia, hiperfosfatemia, ALT elevada, urea elevada, hiponatremia con hiperkalemia. Se decide instaurar tratamiento para pancreatitis, se instaura fluidoterapia con cloruro de sodio, A las pocas horas el paciente presenta diarrea líquida sanguinolenta abundante. Se reevalúa al paciente, presión arterial Sis: 98mmHg, TRC: 4s, alteración de consciencia paciente más deprimido, y con signos de hipovolemia, se decide reevaluar el ionograma en donde se encuentra aún hiponatremia. Se evalúa como posible prediagnóstico hipoadrenocortisismo relacionado a la anamnesis del paciente y se decide realizar un cortisol basal el cual se encuentra menor a 1ug/dl. Se establece tratamiento para

hipoadrenocortisismo con fludrocortisona a dosis de 0.02mg/kg dos veces al día, junto con dexametasona a dosis de 0.25mg/kg cada 24 horas. Se fue haciendo control con Ionogramas, diarios, la paciente se mantuvo en hospitalización durante 3 días en donde mejoro su estado de conciencia, sin signos gastrointestinales, y se dio el alta aun con hiponatremia, se fue ajustando la dosis de fludrocortisona con ionogramas semanales, hasta la dosis actual 0.2mg de Fludrocortisona cada 12 horas, junto con prednisolona cada 48 horas que se agregó posteriormente por los signos gastrointestinales asociados. La paciente desarrollo signos dermatológicos como cambio de coloración del pelo, junto con prurito y seborrea seca, por lo que se sugiere descartar hipotiroidismo como enfermedad autoinmune asociada.

Posteriormente en un rango de 2 a 3 meses a la crisis de hipoadrenocortisismo se procedió a realizar controles de Ionogramas y bioquímicas sanguíneas para evaluar hiperproteinemia, hiperglicemia, hiperfosfatemia, ALT elevada, urea elevada, hiponatremia con hiperkalemia, que eran sus principales causas al momento de su llegada al servicio veterinario.

Se pudo evidenciar que se logró controlar la mayoría de estos signos clínicos hasta su último control 8 meses después de su llegada. No logrando controlar eventualmente sus vómitos (2 veces) y también los tutores comentaron que tuvo un cambio de coloración en el pelo de un color negro a uno café.

Tabla 1

Hemograma

Parámetro		Resultado	Unidad	Rango
WBC	H	24,82	10 ⁹ /L	6,00- 17,00
Neu	H	23,51	10 ⁹ /L	3,62- 12,30
Lyn		1,07	10 ⁹ /L	0,83- 4,91
Mon		0,23	10 ⁹ /L	0,14- 1,97
Eos	L	0,01	10 ⁹ /L	0,04- 1,62
Bas		0,00	10 ⁹ /L	0,00- 0,12
Neu%	H	94,8	%	52,0- 81,0
Lym%	L	4,3	%	12,0- 33,0
Mon%	L	0,9	%	2,0- 13,0
Eos%	L	0,0	%	0,5- 10,0
Bas%		0,0	%	0,0- 1,3
RBC		7,47	10 ¹² /L	5,10- 8,50
HGB		182	g/L	110- 190
HCT		47,9	%	33,0- 56,0
MCV		64,1	fL	60,0- 76,0

Tabla 1
Hemograma (continuación)

Parámetro	Resultado	Unidad	Rango
MCH	24,4	pg	20,0- 27,0
MCHC	381	g/L	300-380
RDW-CV	12,9	%	12,5-17,2
RDW-SD	33,9	fL	33,2- 46,3
PLT	228	10 ⁹ /L	117- 490
MPV	9,1	fL	8,0- 14,1
PDW	15,7		12,0- 17,5
PCT	0,208	%	0,090- 0,580

Nota: Leucocitosis por neutrofilia, 19/12/2021

Tabla 2
Química Sanguínea/ Ionograma

Analito	Resultado	Referencia	Unidad
TP	7.5	5.0- 7.2	g/dl
ALB	3.9	2.6-4.0	g/dl
ALP	98	20- 110	U/L
GLU	192	75- 128	mg/dl
TBIL	0.5	0.1- 0.5	mg/dl
IP	7.2	1.9- 5.0	mg/dl
TCHO	117	111- 312	mg/dl
GGT	1	5- 14	U/L
GPT	115	17- 78	U/L
CA	10.4	9.3- 12.1	mg/dl
CREA	1.08	0.40- 1.40	mg/dl
BUN	48.1	9.2- 29.9	mg/dl
NA	122	141- 152	mEq/l
K	6.1	3.8- 5.0	mEq/l
CL	89	102- 117	mEq/l
GLOB	3.6		g/dl

Nota: Hiperproteinemia; Glucosuria; Fosfatemia; Hiponatremia; Hiperkalemia. 19/12/2021

Tabla 3
Ionograma

Analito	Resultado	Referencia	Unidad
NA	126	141- 152	mEq/l
K	4.8	3.8- 5.0	mEq/l
CL	91.0	102-117	mEq/l

Nota: ionograma: Hipocloremia, Hiponatremia, 20/12/2021

Tabla 4
Ionograma

Analito	Resultado	Referencia	Unidad
NA	134	141- 152	mEq/l
K	3.8	3.8- 5.0	mEq/l
CL	97.0	102-117	mEq/l

Nota: ionograma: Hipocloremia, Hiponatremia, 21/12/2021

Tabla 5
Química Sanguínea/ Ionograma Control

Analito	Resultado	Referencia	Unidad
CREA	0.57	0.40- 1.40	mg/dl
BUN	20.5	9.2- 29.2	mg/dl
NA	130	141- 152	mEq/l
K	4.4	3.8- 5.0	mEq/l
CL	97	102- 117	mEq/l

Nota: ionograma: Hipocloremia, Hiponatremia, 3/04/2022

Tabla 6
Ionograma control

Analito	Resultado	Referencia	Unidad
NA	143	141- 152	mEq/l
K	3.8	3.8- 5.0	mEq/l
CL	102	102-117	mEq/l

Nota: Resultados normales (4 meses postratamiento con fludrocortisona), 13/04/2022

Tabla 7
Línea de tiempo

FECHA	19/12/21	20/12/21	21/12/21	24/12/21	29/12/21	02/04/22	03/04/22	13/04/22	RANGO DE REFERENCIA
WBC	24.82					16.03			6.00-17.00
NEU	23.51					13.98			3.62-12.30
EOS	0.01					0.00			0.04-1.62
HCT	47.9					35.8			33.0-56.0
PLT	228					589			117-490
TP	7.5					6.2			5.0-7.2
GLU	192					114			75-128
IP	7.2					5.8			1.9-5.0
ALT	115					50			17-78
BUN	48.1					38.0	20.5		9.2-29.9
NA	122	126	134	138	131	126	130	143	141-152
K	6.1	4.8	3.8	5.1	5.2	5.2	4.4	4.8	3.8-5.0
NA/K	20.0	26.2	35.3	27.1	25.2	24.2	29.5	29.8	>30.0
LIPASA	REACTIVA								
CORTISOL	<1ug/dl								>2ug/dl
BASAL									
		FLUDROCORTISONA				CRISIS PACIENTE	FLUDROCORTISONA	FLUDROCORTISONA	
		0.1MG/BID				DESCOMPENSADA	A 0.15MG/BID,	A 0.2MG/BID	
						DEXAMETASONA		Paciente controlado.	
						0.5MG/KG			

Discusión

En este presente estudio de caso se observó un paciente con el típico cuadro clínico de hipoadrenocortisismo con un colapso agudo el cual presentaba, dolor abdominal, deshidratación e hiponatremia. Causado por una grave descompensación de mineralocorticoides y glucocorticoides producidos por las glándulas adrenales las cuales tienen una destrucción adrenocortical, provocando todo este cuadro en el paciente estudiado.

La dificultad para conseguir ACTH en el país, vuelve difícil el diagnóstico, por lo que debemos

apoyarnos en otros métodos diagnósticos complementarios, exámenes con alto grado diagnóstico como lo demuestra el estudio es el ionograma, que además puede apoyarse por los cambios en el electrocardiograma debido a la hiperkalemia, el cortisol basal pues un valor más bajo de 1ug/dl es altamente sospechoso y más importante aún la relacionar los exámenes con la clínica del paciente. La enfermedad de Addison (hipoadrenocortisismo) es conocida como el gran imitador por lo que hay que tenerlo como diferencial en aquellos pacientes que se presentan con aparente injuria renal aguda, hipoglicemia de origen desconocido.

En medicina humana esta reportada la pancreatitis por hipoperfusión por lo que no sería raro evidenciarla en pacientes con Addison, sin embargo, al haberse realizado un test de lipasa pancreática cualitativa no podemos tener la certeza de que realmente había una pancreatitis concomitante, para lo que en futuros casos será importante realizar lipasa pancreática cuantitativa (Melmed et al., 2011).

El cuadro clínico con el que llegó el paciente era un cuadro muy inespecífico, había signos compatibles con hipoadrenocortisismo como reporta la literatura, dolor abdominal,

temblores, decaimiento, vómitos y diarreas, hipotensión, sin embargo, la bradicardia no estaba presente. Lo más llamativo y lo que nos hizo sospechar de la enfermedad fue el ionograma con hiponatremia 122 (141-152 mEq/l), hipercalemia 6.1 (3.8-5.0 mEq/l) e hipocloremia 89 (102-117 mEq/l), que no resolvieron con fluidoterapia simple, a partir de estos valores y que el paciente no mejoraba su condición clínica se decidió tomar como diferencial el hipoadrenocortisismo midiendo un cortisol basal muy sugerente. Y se instauró tratamiento con buena respuesta clínica del paciente. Los ionogramas alterados deben analizarse con precaución ya que en pacientes con enfermedades gastrointestinales y obstrucciones urinarias también se pueden ver afectados (Dibartola, 2012).

Una de las complicaciones posteriores al tratamiento fueron problemas dermatológicos asociados probablemente a un sobrecrecimiento, y cambios relacionados al color del pelaje, al presentarse esto, es importante tener en consideración que pacientes con enfermedades endocrinas autoinmunes, tienen más probabilidad de desarrollar otras endocrinopatías autoinmunes como el hipotiroidismo, por lo que al presentarse estos signos dermatológicos se descartó la presencia concomitante de la enfermedad. Lo que abre la posibilidad de un posible estudio sobre probables efectos adversos del uso de fludrocortisona en el tratamiento del Addison.

Conclusiones

- El uso de cortisol basal y el ionograma son dos métodos diagnósticos efectivos junto con los signos clínicos. En pacientes con diagnóstico de hipoadrenocortisismo se debe descartar la presencia de hipotiroidismo, como posible neuropatía autoinmune concomitante.
- El uso de fludrocortisona es una buena terapéutica ante la inexistencia de pivalato en el país, sin embargo, se debería evaluar al mismo paciente con el reemplazo específico para la enfermedad.

Conflicto de intereses

Los autores certifican que no existen conflictos de interés en el presente trabajo.

Agradecimientos

Dejamos constancia de nuestro agradecimiento al “Hospital Veterinario Argos”.

Referencias Bibliográficas

Díaz, E., Abella, J., & Medina, Y. (2021). Metodología: cómo realizar un informe de caso o informe de serie de caso. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-colombiana-reumatologia-374-articulo-metodologia-como-realizar-un-informe-S012181232100133X>.

- Dibartola, S. (2012). Fluid Electrolyte, and Acid-base Disorders in Small Animals Practice. Elseiver. Columbus-Ohio.
- Feldman, E., Nelson, R., Reusch, C., Scott-Moncrieff, J., Behrend, E. (2015). Canine & Feline Endocrinology. (4 Ed). ELSEVIER Sounders.
- Feldman, E., & Nelson, R. (2007). Endocrinología y Reproducción Canina y Felina. Págs. 291-333. (3Ed). Inter-Medica. Argentina
- Granados, J., Martínez, L., Galindo. L. (2010). Hipoadrenocortisismo Canino Primario: Reporte de caso. Scielo. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmvz/v58n1/v58n1a04.pdf>
- Klein, S., & Peterson, M. (2010a). Canine Hypoadrenocorticism: Part I. The Canadian Veterinarian Journal. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2797351/>
- Klein, S., & Peterson, M. (2010b). Canine Hypoadrenocorticism: Part II. The Canadian Veterinarian Journal. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2808283/>
- Lathan, P., & Thompson, A. (2018). Management of hypoadrenocorticism (Addison's disease) in dogs. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6055912/>
- Liste, F. (2010). Atlas Veterinario de Diagnóstico por Imagen. (1Ed). Servet. Zaragoza-España.
- Melmed, S., Polonsky, K., Larsen, R., & Kronenberg, H. (2011). William Textbook of Endocrinology. (12 Ed). Elseiver. Philadelphia.
- Mooney, C. T., & Peterson, M. E. (2012). Manual de endocrinología de pequeños animales (3 Ed.). Lexus.
- Mitropoulou, A., Hauser, M., Lehmann, H., & Hazuchova, K. (2022). Comparison of Hydrocortisone Continuous Rate Infusion and Prednisolone or Dexamethasone Administration for Treatment of Acute Hypoadrenocortical (Addisonian) Crisis in Dogs. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8821094/>
- Nelson, R. W., & Couto, C. G. (2000). Medicina interna de animales pequeños. Intermédica.
- Rand, J. (2013). Clinical Endocrinology of Companion Animals. (1 Ed). Wiley-Blackwell.
- Reagan, K., Reagan, B., & Gilor, C. (2020). Machine learning algorithm as a diagnostic tool for hypoadrenocorticism in dogs. Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0739724019300748>

Reusch C. E. (2000). Hypoadrenocorticism. In: Ettinger SJ, Feldman EC. Textbook of veterinary internal medicine. (5Ed). Philadelphia.

Rijnberk, A., & Kooistra, H. (2010). Clinical Endocrinology of Dogs and Cats. (2 Ed). Schlütersche.

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**.







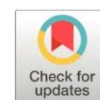
Indexaciones



Eficacia de una intervención administrativa sobre los procesos de preparación del agar Mueller Hinton en dos hospitales públicos del Ecuador

Evaluation of the effectiveness of an administrative intervention on the preparation processes of Mueller Hinton agar in two public hospitals in Ecuador

- ¹ María Daniela Calderón Racines  <https://orcid.org/0000-0003-0885-9357>
Hospital Luz Elena Arismendi, Quito, Ecuador
Daniela.calderon.racines@gmail.com
- ² Paulina Isabel Armas Freire  <https://orcid.org/0000-0002-2812-0640>
Universidad Central del Ecuador, Facultad de Medicina, Quito, Ecuador
piarmas@uce.edu.ec
- ³ Johana Susana Brito Zambrano  <https://orcid.org/0000-0002-9202-1524>
Hospital General Latacunga, Latacunga, Ecuador
jsbz18@hotmail.com
- ⁴ Verónica Janeth Chamba Herrera  <https://orcid.org/0000-0002-8512-5923>
Hospital de Especialidades Fuerzas Armadas Nro. 1, Quito, Ecuador
drachambavero@hotmail.com



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/01/2023

Revisado: 15/02/2023

Aceptado: 08/03/2023

Publicado: 05/04/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i2.2539>

Cítese:

Calderon Racines, M. D., Armas Freire, P. I., Brito Zambrano, J. S., & Chamba Herrera, V. J. (2023). Eficacia de una intervención administrativa sobre los procesos de preparación del agar Mueller Hinton en dos hospitales públicos del Ecuador. *Ciencia Digital*, 7(2), 38-63. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i2.2539>



CIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinaria, trimestral, que se publicará en soporte electrónico tiene como misión contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

**Palabras
claves:**
Mueller
Hinton,
control de
calidad,
capacitación

Resumen

Introducción: El agar Mueller Hinton es uno de los medios más utilizados en los laboratorios de microbiología para realizar la prueba de sensibilidad a los antimicrobianos, ya que tiene una buena reproducibilidad lote a lote, presenta bajos nivel de inhibidores que pueden afectar los resultados de sulfonamidas, trimetoprim y tetraciclinas, permitiendo el crecimiento de casi todas las bacterias no fastidiosas. El objetivo del control de calidad consiste en disminuir la variabilidad de los resultados obtenidos en las pruebas de sensibilidad, debido al efecto de las diferentes concentraciones de cationes divalentes Mg^{2+} y Ca^{2+} , que pueden alterar la sensibilidad hacia aminoglucósidos y tetraciclinas. Y a La concentración de timina y timidina, en el medio, afecta la sensibilidad hacia sulfonamidas y de trimetoprim. El control de calidad se realiza lote a lote elaborado en los laboratorios de microbiología, utilizando cepas de referencia tipo ATCC, junto con diferentes sensidiscos. **Objetivos:** El objetivo de esta investigación fue mejorar las características técnicas del agar Mueller Hinton, el mismo que es universalmente recomendado para las pruebas de suceptibilidad antimicrobiana, frente a cepas ATCC *Enterococcus faecalis* 29212, *Pseudomonas aeruginosa* 27853 en el Hospital General de las Fuerzas Armadas del Ecuador y en el Hospital Pablo Arturo Suárez, implementando un proceso de capacitación sobre la preparación y control de los lotes del mencionado agar, ya que este medio requiere una preparación minuciosa, debido a que mínimas variaciones en su composición provocan alteraciones en los resultados de las pruebas anteriormente mencionadas. **Metodología:** Se realizó un estudio operativo no experimental pre y post evaluatorio con la finalidad de Implementar un proceso de capacitación en la preparación y control de lotes del agar Mueller Hinton para la mejora de las características técnicas y el desempeño del agar frente a cepas ATCC de control. Se realizó una evaluación de conocimiento previo y posterior a la capacitación. **Resultados:** Se estableció el grado de cumplimiento de condiciones de infraestructura, insumos y materiales para la elaboración del agar Mueller Hinton en los laboratorios de dos hospitales de la ciudad de Quito. Paralelamente, se evaluó el grado de conocimientos acerca de la realización del agar Mueller Hinton y el impacto de una intervención educativa sobre los mismos. El grado de cumplimiento de los requerimientos de infraestructura, insumos y materiales de cada casa de salud intervenida, fue de 64% (16/24) y 68% (17/24). El conocimiento sobre el tema, posterior a la capacitación mejoró en los participantes.

Conclusiones: Al realizar un diagnóstico situacional de la infraestructura, insumos y materiales se determinó que la ausencia, el mal uso o desuso, constituyen los principales factores que afectaban la elaboración del medio; después que después de la capacitación se logró mejorar las características técnicas del medio para el control de calidad con las cepas ATCC *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. Por otro lado, observamos que a falta de actualización sobre los procesos en la elaboración del medio de cultivo, está relacionado con los posibles errores que afecten las características técnicas y su desempeño en las pruebas de sensibilidad antimicrobiana.

Área de estudio: microbiología.

Keywords:

Mueller
Hinton/
Quality
Control/
Training.

Abstract

Introduction: Mueller Hinton agar is one of the most used media in microbiology laboratories to perform the antimicrobial susceptibility test, since it has a particularly good reproducibility, it has low levels of inhibitors that can affect the results of sulfonamides, trimethoprim and tetracyclines, allowing the growth of all non-fastidious bacteria. The objective of quality control is to reduce the scarcity of the results obtained in the sensitivity tests, because of the different concentrations of the divalent cations Mg^{2+} and Ca^{2+} , which can alter the sensitivity towards aminoglycosides and tetracyclines. And the concentration of thymine and thymidine, in between, affects sensitivity to sulfonamides and trimethoprim. Quality control is conducted batch by batch prepared in microbiology laboratories, using ATCC-type reference strains, together with different sensidiscs. **Objectives:** The objective of this research was to improve the technical characteristics of Mueller Hinton agar, the same one universally recommended for antimicrobial susceptibility tests, against the ATCC strains *Enterococcus faecalis* 29212, *Pseudomonas aeruginosa* 27853 at the General Hospital of the Armed Forces of Ecuador. and at the Pablo Arturo Suárez Hospital, implementing a training process on the preparation and control of batches of the agar, since this medium requires meticulous preparation, since minimal variations in its composition cause alterations in the test results. tests. **Methodology:** A non-experimental operational study, of pre and post evaluation, was conducted to implement a training process in the preparation and control of batches of Mueller Hinton agar to improve the technical characteristics and performance of the agar against ATCC strains of control. A pre- and post-training knowledge assessment was conducted. **Results:** The degree of compliance with the conditions of

infrastructure, inputs, and materials to produce Mueller Hinton agar in the laboratories of two hospitals in the city of Quito was established. In turn, the degree of knowledge about the realization of the Mueller Hinton agar and the impact of an educational intervention on them were evaluated. The degree of compliance with the infrastructure, inputs, and material requirements of each intervened health home was 64% (16/24) and 68% (17/24). The knowledge on the subject, after the training, improved in the participants. **Conclusions:** When carrying out a situational diagnosis of the infrastructure, supplies, and materials, it was determined that the absence, misuse or disuse, constitute the main factors that affected the development of the environment; After the training, it was possible to improve the technical characteristics of the medium for quality control with the strains ATCC *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853. On the other hand, it was observed that in the absence of updating the processes in the preparation of the culture medium, is related to errors that affect the technical characteristics and their performance in antimicrobial susceptibility tests. **Study area:** microbiology.

Introducción

El control de calidad tiene como objeto, la verificación de la precisión y exactitud del proceso analítico, el funcionamiento de los reactivos y equipos utilizados, la competencia profesional del personal que realiza la prueba (Perdomo, 2009). Es necesario realizar periódicamente controles del medio deshidratado, de los aditivos que se van a utilizar, del procedimiento de elaboración, envasado, etiquetado y almacenamiento (Rivera et al., 2014). Los medios deshidratados y aditivos deben estar etiquetados con las fechas de caducidad, de recepción y la fecha en la que se abrieron por primera vez (Rivera et al., 2014). El proceso de elaboración debe quedar registrado: anotando la identidad de los medios, el número de lote, fecha de preparación, fecha de caducidad y la identidad de la persona que los ha preparado. Se recomienda que cada placa o tubo individual vaya identificado con el nombre del medio, número de lote y fecha de preparación (Miranda et al., 2004).

La FDA recomienda que los sensidiscos cumplan las siguientes características:

- 1) Se debe utilizar discos color blanco con un diámetro aproximado de $\frac{1}{4}$ de pulgada (6,5 \pm 0,5 mm)
- 2) El peso del papel filtro debe ser de 30 mg \pm 4 por cm²

- 3) El papel no debe tener ningún material que inhiba o aumente la actividad antibacteriana para lo cual se determina el pH el mismo que no debe ser mayor a 0.3 U en relación con el pH del agua destilada con el que se va a medir.
- 4) Los discos deben estar acompañados de certificados en los que consten la concentración de los discos, el número de lote, la eficiencia frente a los microorganismos recomendados para el control de calidad (Cockerill et al., 2012).

Los discos deben mantenerse refrigerados de 2 - 8°C, si van a ser utilizados en los siguientes 7 días, se deben mantener a -14 °C, para su conservación a largo plazo. Para mantener su potencia, los discos que contienen drogas de la familia de los β -lactámicos deben mantenerse en congelador, salvo una pequeña provisión que puede permanecer en el refrigerador (Cockerill et al., 2012).

Los discos deben guardarse en contenedores herméticos y ser sacados del refrigerador o congelador 1-2 horas antes de su uso, a fin de lograr un equilibrio en la temperatura antes de ser utilizados. Este proceso evita la condensación que podría ocurrir cuando la humedad del ambiente alcanza los frascos fríos (Miranda et al., 2004).

La mayoría de las drogas antibacterianas son muy sensibles a la exposición de un ambiente húmedo que a temperaturas templadas. Dentro de los antimicrobianos más afectados por los problemas de conservación, se encuentran, la familia de los β -lactámicos: los carbapenemes (meropenem e imipenem), oxacilina, cefaclor, las combinaciones de β -lactámicos con inhibidores de β lactamasas (amoxicilina/ac. clavulánico, ampicilina/sulbactam, ticarcilina/ac.clavulánico, cefoperazona/sulbactam y piperacilina/tazobactam) siendo estos los más lábiles (Miranda et al., 2004).

Para conocer si el sensidisco está funcionando correctamente es preciso realizar un antibiograma, como si fuese de un paciente, pero utilizando cepas puras conocidas a nivel mundial, las cuales jamás han tenido contacto con antibióticos. Se controlan comparando el halo de inhibición o diámetro de la sensibilidad de acuerdo con el antibiótico y la cepa a analizar (Hudzicki, 2013).

Cepas de referencia: las cepas de referencia o cepas patrón son microorganismos, procedentes de un cultivo puro y de origen conocido. El laboratorio de microbiología debe mantener una colección de microorganismos de referencia para utilizarlos en la verificación y validación de los medios de cultivo, reactivos, colorantes para tinción, y las pruebas de pruebas de sensibilidad a antimicrobianos (Rojo, 2010). Estas cepas se pueden obtener de:

De una colección nacional o internacional reconocida, como la *American Type Culture Collection (ATCC)*; la *Nacional Collection of Type Cultures (NCTC)*, entre otras.

Además, estas cepas deben tener certificados de calidad, con el fin de mantener la trazabilidad de esta (Rojo, 2010).

Mantenimiento de las cepas: las cepas de referencia deben reconstituirse siguiendo las instrucciones del proveedor. Las cepas de reserva se pueden conservar mediante liofilización, en nitrógeno líquido o congeladas a temperaturas $\leq -50^{\circ}\text{C}$ en medios con agentes estabilizantes para la congelación. Según el documento M22-A3 en estas condiciones pueden mantenerse indefinidamente y a temperaturas entre -50°C y -20°C , se pueden conservar hasta un año (Rennie et al., 2006). Los viales deben identificarse con el nombre de la cepa, procedencia y fecha de congelación. Una vez descongeladas las cepas de reserva no se deben volver a congelar ni a reutilizar (Rennie et al., 2006). Las cepas de trabajo se obtienen por subcultivo de las cepas de reserva. Se deben conservar de $2-8^{\circ}\text{C}$ durante un máximo de un mes, siempre que se asegure su viabilidad. De las cepas de trabajo se pueden realizar como máximo tres subcultivos, siempre que se conserve sus características. Posteriormente, deben reemplazarse a partir de la cepa de reserva congelada (Rennie et al., 2006). Cada vez que se use una cepa de referencia, cepa de reserva o una cepa de trabajo, hay que comprobar, su pureza, morfología típica. Se recomienda un máximo de 5 repiques por cada cepa (Rojo, 2010). Las cepas deben testarse regularmente para asegurar la eficiencia de la prueba y que los resultados se encuentren dentro de los límites especificados según el documento M100 “*Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*” (Cockerill et al., 2012).

Escala de McFarland: la densidad del inóculo también afecta el rendimiento del antibiograma. De hecho, los inóculos con mayor carga bacteriana de la normatizada provocan diámetros de inhibición menores, ocurriendo lo contrario cuando el inóculo es demasiado bajo (Rojo, 2010). La densidad del inóculo debe tener un patrón de turbidez BaSO₄ del 0.5 de la escala de *MacFarland* que puede ser comparada con una suspensión bacteriana que contiene $1.5 \times 10^8 \text{UFC/m}$. o su equivalente óptico (por ejemplo, suspensión de partículas de Látex) o fotometría (Cockerill et al., 2012). La escala de McFarland se prepara de la siguiente manera: se coloca 0,5 ml de cloruro de sodio en una solución de bario deshidratado al 1,175% en 99.5ml de ácido sulfúrico al 1%. Esto se alícuota en tubos y se sella con cera. Se almacenan hasta 6 meses a temperatura ambiente y en un sitio oscuro (Centers for Disease Control and Prevention, 2009). Comprobar la exactitud de la escala de McFarland con el uso de un espectrofotómetro, la absorbancia de la longitud de onda a 625 nm, debe ser de 0,08 a 0,13 para obtener el 0,5 de McFarland (Cockerill et al., 2012). Si no se dispone de un espectrofotómetro, realizar 10 diluciones utilizando cepa control y realizar el conteo en placa (Centers for Disease Control and Prevention, 2009).

Agar Mueller Hinton: el documento “M2- A11 *Performance Standard for Antimicrobial Disk Susceptibility Test*” recomienda el uso del agar para la elaboración de las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana:

- Muestra buena reproducibilidad lote a lote en las pruebas de sensibilidad.
- Contiene bajo nivel de inhibidores de sulfonamidas, trimetoprim y tetraciclina.
- Permite el desarrollo de la mayoría de los microorganismos patógenos. Existen suficientes datos recopilados que avalan la experiencia de las pruebas de sensibilidad realizadas en este medio (Cockerill et al., 2012). Dentro de su composición se encuentra: extractos de ternera, caseína, sales, cationes divalentes y almidón soluble necesario para que los resultados sean reproducibles. Se trata de un medio de cultivo no selectivo, pues permite el crecimiento de la mayor parte de los gérmenes que no necesitan condiciones exigentes, además es un medio no exento (Murray et al., 2014).

El medio de cultivo debe tener las siguientes características:

- Altura del agar recomendada: 3,5 a 4,5 mm.
- pH del agar: 7,2 y 7,4 a temperatura ambiente.
- Ausencia de humedad.
- Concentración baja de timina- timidina (Morales-Parra, 2017).
- La concentración de calcio y magnesio recomendada por el *Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI)*, debe estar entre 20 a 25 mg/l y 10 a 12.5mg/l respectivamente (Girardello et al., 2012).

En estudios realizados por el *Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI)*, se determinó que el agar Mueller Hinton tiene una excelente estabilidad, pues este puede durar alrededor de 10 años cuando se almacena en frascos de vidrio sellados a temperatura ambiental controlada (Rennie et al., 2006). Los medios ya preparados, que tengan más de 7 días y que no hayan sido almacenados adecuadamente en fundas plásticas, no deben utilizarse en la realización de las pruebas de sensibilidad por desecación (Malbrán, 2001).

Requisitos mínimos para la elaboración del agar Mueller Hinton

Reactivos: Medio de cultivo: Son sustancias higroscópicas, sensibles a la humedad, el calor, y a la luz. Debe ser homogéneo, libre de flóculos. Si hay algún cambio de la apariencia física, descartar el medio. Se deben almacenar a temperatura ambiente entre 2-25°C. Dependiendo del medio y su almacenamiento, los medios de cultivo tienen una fecha de caducidad de entre 2 y 4 años (Clavell & Pedrique, 1992).

En el mercado existen los siguientes medios de cultivo:

- Mueller Hinton Agar Britania.

- Mueller Hinton BIO-RAD
- Agar *Mueller-Hinton Oxoid* BD Mueller Hinton tiene certificación ISO 9000

Agua: La guía Mo6-A2 “*Protocols for evaluating dehydrated Mueller Hinton agar*”, recomienda que el agua utilizada en la elaboración del medio sea desionizada/ destilada (Rennie et al., 2006).

Cajas petri: es un recipiente de cristal o plástico, cuya base es de forma circular y sus paredes tienen un 1 cm de altura; su cubierta tiene la misma forma, pero con diámetro algo mayor. La caja Petri se utiliza generalmente en los laboratorios de bacteriología, para el cultivo, aislamiento e identificación de microorganismos (QuimiNet.com, 2010).

Dentro de sus características:

- Son fabricadas con poliestireno cristal.
- Esterilizadas por radiación gamma para uso en microbiología.
- Deben ser fabricados con un material resistente al calor.

La guía Mo6-A2 “*Protocols for evaluating dehydrated Mueller Hinton agar*”, recomienda el uso de caja Petri de 150 X 25 mm de diámetro, en los cuales se deben dispensar 70 ml del agar preparado. En las cajas de 100 X 15 mm de diámetro se debe colocar de 25 a 30 ml del material preparado (Rennie et al., 2006; Basu, 2005).

Equipamiento

Balanza analítica: utilizada para medir pequeñas masas, ofrece valores de precisión de lectura de 0,1 µg a 0,1 mg; debe ser colocada en una superficie sólida, además de ser antimagnética y permanecer a temperatura ambiente (TP - Laboratorio Químico, 2012).

Autoclave: es un dispositivo que sirve para esterilizar material de laboratorio, utiliza vapor de agua a alta presión y temperatura.

Deionizador: es un equipo que permite la eliminación de Iones inorgánicos presentes en el agua mediante el uso de resinas absorbentes de iones (González, 2010).

Potenciómetro-pH metro: se utiliza para determinar la concentración de iones de hidrógeno [H+] en una disolución. Las aplicaciones del instrumento están relacionadas con el control de medios de cultivo, caldos y buffer (Villamil, 2005). Se utiliza para este propósito un electrodo sensible a los iones. Este electrodo debe ser conservado en una solución saturada de cloruro de potasio para evitar la pérdida de iones (Villamil, 2005).

Cabinas de flujo laminar: Son equipos diseñados para mantener el área de trabajo libre de partículas o probables contaminantes. Emplean un ventilador para forzar el paso de aire a través de un filtro HEPA (*High Efficiency Particulate Air*) barriendo la superficie de trabajo. El filtro tiene una eficiencia mínima de retención de partículas del 99.9%, cuando

el tamaño de estas es de 0.3 micrómetros. Se recomienda en la preparación de medios de cultivo o reactivos (Organización mundial de la salud [OMS], 2005). Espátula, calculadora, probeta la misma que se utiliza para medir la cantidad de agua necesaria según las especificaciones del fabricante, Erlenmeyers o matraces. Conviene tomar como precaución ocupar solo la mitad del matraz, para evitar que el contenido salte y ensucie al tapón en el momento de la esterilización (Tотора, 2007). Cubículo con luz ultravioleta y sin corriente de aire, mesones en acero inoxidable, nivelados. Refrigeradores y nevera para el almacenamiento de los medios de cultivo hasta su distribución (Ordoñez, 2014).

Personal: los análisis microbiológicos deben ser realizados y supervisados por personal que demuestre competencia técnica, preferiblemente que tenga título superior en microbiología. Se admitirán otras titulaciones siempre que el personal tenga experiencia comprobada relacionada con el trabajo en microbiología. Es necesario que el personal reciba la formación y entrenamiento adecuados para aprender las técnicas con las que se va a trabajar. La dirección del laboratorio debe mantener registros de la formación y cualificación, de la experiencia profesional y de la competencia de todo el personal.

Infraestructura: No se ha establecido un área para la preparación de medios de cultivo, ya que, en la actualidad, son pocos los laboratorios de microbiología que preparan estos medios de manera rutinaria. Como norma general se requiere un lugar cerrado, estéril, libre de corrientes de aire. Es importante fumigar este sitio previamente con antibacterianos y antimicóticos, también se recomienda usar luz UV para esterilizar el ambiente y reducir al mínimo la posibilidad de contaminación de los medios de cultivo (Ordoñez, 2014).

La Sociedad Española de microbiología recomienda que el área de preparación de medios de cultivo sea un área específica, próxima al área de limpieza y esterilización, al laboratorio de bacteriología general y la zona de almacenamiento de medios (Alados, 2015).

Como norma general un laboratorio de microbiología debe disponer:

- El espacio destinado al laboratorio debe ser de 14 a 18 m² por trabajador
- El área de trabajo debe tener una altura entre 2,70 y 3 m.
- El techo debe estar construido con materiales de elevada resistencia mecánica, recubierto por una superficie lavable con el fin de evitar la acumulación de polvo o material tóxico.
- La mesa de trabajo debe tener una altura de 75-90 cm.
- Se recomienda que el material de la mesa sea de acero inoxidable, debido a que este material es resistente al fuego, a la corrosión, son fáciles de limpiar.
- El área de trabajo sobre la mesa debe ser de 50 x160 cm.

- Se debe envasar el medio en una cámara estéril o en caso de no disponer de la misma, en un cuarto sin corrientes de aire con mechero cerca para evitar la contaminación (Forbes, 2009).

Almacenamiento de los reactivos utilizados en la elaboración del agar Mueller Hinton: Es necesario un área de almacenamiento de los distintos materiales usados en el laboratorio de microbiología. La ubicación del área debería estar en un lugar adecuado que reduzca al mínimo el desplazamiento del personal. Es importante disponer de una cámara fría (2–8°C) o refrigeradoras, acorde con el número de muestras que procese el laboratorio. Esta cámara fría debe contar con puertas de apertura hacia el exterior, sistemas de alarmas, estantería de material resistente a la corrosión (Alados, 2015).

Parámetros de control de calidad del Mueller Hinton: El desempeño de los diferentes lotes del agar de Mueller-Hinton varía debido a:

- Efecto de las diferentes concentraciones de cationes divalentes Mg^{2+} y Ca^{2+} , que alteran la sensibilidad hacia aminoglucósidos y tetraciclinas.
- Efecto de la concentración timina- timidina, que altera la sensibilidad hacia el trimetoprim sulfametoxazol (Zhurbenko et al., 2010). Ericsson & Sherris (citado en Rennie et al., 2006), en su estudio multicéntrico: “sensibilidad antimicrobiana en el agar *Mueller Hinton* y otros agares”, llegaron a la conclusión que se debe realizar controles de calidad a los medios de cultivo con el fin de evitar las variaciones en las pruebas de susceptibilidad.

Determinación de cationes: La variación de cationes divalentes principalmente Ca^{++} y Mg^{++} afectarán los resultados con tetraciclina, colistín y aminoglucósidos frente a *P. aeruginosa* ATCC 27853. La variación en la concentración puede desencadenar una diversidad de resultados entre la sensibilidad y resistencia como consecuencia de los cambios de los agentes antimicrobianos a través de la membrana. Koneman (2008), propuso que el mecanismo por el cual la concentración de cationes afecta la actividad de *Pseudomona aeruginosa*, frente a los discos mencionados, se debía principalmente a que los lipolisacaridos de la pared celular tienen uniones cruzadas con cationes divalentes lo que le proporciona estabilidad.

Las tetracilinas necesitan atravesar las membranas de los microorganismos grampositivos como los gramnegativos, de ahí que para lograr esto, deben interactuar con el magnesio formando complejos (García-Álvarez, 2010). Los cationes actúan como cofactores para el desarrollo del microorganismo en el medio, así cuando un microorganismo crece en medios escasos de cationes, aumenta la permeabilidad de la pared celular a los aminoglucósidos, lo que ocasiona una zona de inhibición mayor a la esperada, entendiéndose como falsa susceptibilidad. En cambio, cuando un microorganismo crece en medios con exceso de cationes presentará reducción de las zonas de inhibición,

provocando falsas resistencias (Koneman, 2008). Las guías de *Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI)*, indican que la concentración de cationes debe mantenerse entre: Calcio: 20 a 25 mg/l Magnesio: 10 a 12.5 mg/l. Estas recomendaciones son necesarias para obtener resultados confiables sobre la sensibilidad antimicrobiana, pues se ha reportado casos en los cuales se ha debido incrementar la MIC de antibióticos como el colistin y la polimixicina contra la *P. aeruginosa*, debido a las grandes concentraciones de calcio y magnesio en el medio de cultivo. Además, se han reportado casos en los que las altas concentraciones de cationes divalentes causan interferencia con otros antimicrobianos como son las fluorquinolonas, y carbapémicos. En el estudio realizado por Girardello et al. (2012), “*Cation Concentration Variability of Four Distinct Mueller-Hinton Agar Brands Influences Polymyxin B Susceptibility Results*”, evidenciaron como se detalla en la página 3 que las distintas concentraciones de cationes en *Mueller Hinton* de distintas casas comerciales originaron diversos halos de susceptibilidad, el que menos.

concentración de cationes tenía en su composición fue el de la MERK (Ca: 2.1 y Mg: 0.6) originando halos más grandes de lo esperado (Girardello et al., 2012). La concentración de cationes debe evaluarse cada vez que se comience un nuevo lote, si existen alteraciones de los halos esperados se debe desechar el lote y comunicarse con el proveedor (Bazet et al., 2007).

Efecto de concentración de timina- timidina: Los medios que contienen una excesiva cantidad de timina-timidina, pueden revertir los efectos inhibitorios de las sulfonamidas, debido a que las bacterias la utilizan como medio para sintetizar ácido fólico, produciendo halos de inhibición más pequeños de los esperados (Cockerill et al., 2012). Cabe indicar que un grupo de microorganismos requiere de timidina para su metabolismo, entre ellos se destacan *Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, *Escherichia coli*, *Salmonella Typhimurium* y *Enterococcus* (Zhurbenko et al., 2010). Al agregar timidina fosforilasa o sangre lisada de caballos al medio, puede mejorar la nitidez de los halos y la confiabilidad de las pruebas en las que se utiliza sulfonamidas y trimetoprima frente a patógenos comunes, excepto para enterococos. Para evaluar la concentración de timidina se debe utilizar la cepa *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 o la cepa *E. faecalis* ATCC 33186 con un disco de trimetoprim (Cockerill et al., 2012). La concentración de timina-timidina, solo debe evaluarse con cada cambio de lote (Bazet et al., 2007).

Medición de pH: el agar debe tener pH 7,2 - 7,4 a temperatura ambiente y debe determinarse después de su solidificación y esterilización. Para ello se debe trasvasar una pequeña cantidad del medio de cultivo en una caja Petri, dejando enfriar hasta que se gelifique, para luego medir el pH. Mantener el resto del agar preparado en baño maría a 50°C para que no se solidifique. Las correcciones necesarias se realizarán agregando NaOH 1M o HCl 1M, según sea necesario. Se puede medir el pH utilizando cepas ATCC *Escherichia Coli* 25922 con discos de gentamicina y tetraciclina, sin embargo, este

método ha quedado en desuso (Torrico, 2003). Si el pH es demasiado bajo, ciertas drogas (Aminoglucósidos, quinolonas y macrólidos serán menos activas; mientras otras (tetraciclinas) tendrán mayor actividad. Si el pH es demasiado alto se esperarán los efectos opuestos. El pH actúa sobre la polaridad de los antibióticos (Herrera, 1999). Se ha estudiado el efecto del pH sobre la sensibilidad in vitro de los fármacos. Un claro ejemplo son los aminoglucósidos, sustancias de carácter básico, los mismos que son inhibidos a pH ácidos (Molina et al., 2009). Los aminoglucósidos requieren para ejercer su efecto, atravesar la membrana celular utilizando transporte de electrones. Sin embargo, existe resistencia si hay disminución de pH, cationes, hiperosmolaridad o anaerobiosis (Vives, 2004). La determinación del pH debe realizarse cada vez que se prepare el medio de cultivo (Bazet et al., 2007).

Medición de grosor: La altura del agar recomendada: 3,5 a 4,5 mm, esto corresponde a 60 - 70 ml de agar para placas de 150 mm de diámetro interno y de 25 a 30 ml para las de 100 mm de diámetro interno. Se demostró que, con volúmenes mayores o menores de agar, la prueba pierde reproducibilidad ya que pequeñas variaciones tienen efectos significativos (Malbrán, 2001). Un agar delgado, permite una mejor difusión de los antibióticos produciendo una falsa sensibilidad, pero también un agar con más de 4 mm de profundidad puede producir una disminución en la migración (difusión) del antibiótico con la consiguiente falsa resistencia (Chamorro & Zárate, 2008). El grosor del agar debe medirse cada vez que se prepara el medio de cultivo (Bazet et al., 2007).

Control de esterilidad: Los medios de cultivo ya sean enriquecidos, diferenciales o selectivos deben estar estériles, porque ellos son la fuente nutricional para las bacterias. La prueba de esterilidad tiene como fundamento la detección de formas viables de microorganismos, en medios de cultivo (Ordoñez, 2014). Se debe controlar la esterilidad en una muestra representativa, del lote, se analiza el 5% del lote, cuando se recibe una tanda de hasta 100 unidades y un máximo de 10 unidades en lotes mayores (Forbes, 2009). Si existe una mínima contaminación (1-2 colonias), se debe revisar el procedimiento de preparación; si la contaminación es notoria se debe descartar el lote (Bazet et al., 2007).

Frecuencia para la realización de los controles del antibiograma

Prueba diaria

La frecuencia de control debe ser diaria si se adopta la técnica por primera vez o si existe algún cambio en el procedimiento, una vez que la técnica sea exacta y reproducible, se puede pasar a una frecuencia semanal (Malbrán, 2001). Para cada combinación antibiótico/organismo, sólo 3 de 30 resultados consecutivos puede estar fuera del rango aceptable (intervalo de confianza del 95) (Rojo, 2010).

Cualquier diámetro de inhibición, diferente al valor esperado nos hará sospechar de una contaminación o de una mutación. En este último caso se debe reemplazar la cepa de trabajo por un nuevo subcultivo de la cepa de reserva o de referencia (Cockerill et al., 2012).

Prueba semanal

Cambio de la prueba diaria a la prueba semanal (demostración de comportamiento adecuado) Pruebe todas las cepas de control de calidad correspondientes diariamente, por el término de 30 días y documente los resultados. Para pasar de control diario a semanal, no más de 1 de 20 o más de tres de los 30 valores de zonas de diámetro obtenidos diariamente se pueden encontrar fuera de los rangos aceptables para cada combinación drogamicroorganismo (Cockerill et al., 2012).

Implementación del control de calidad semanal, se puede pasar al control de calidad semanal sólo cuando se ha documentado un comportamiento satisfactorio de control de calidad diario. Continuar con el control de calidad una vez por semana y cuando se cambie algún reactivo involucrado en el procedimiento (por ej. nuevo lote de agar, o nuevo lote de discos del mismo o distinto fabricante) Si alguno de los controles de calidad semanales está fuera del rango aceptable se requiere una acción correctiva Si se adiciona un nuevo agente antimicrobiano, este debe ser probado por 30 días consecutivos y se debe documentar el correcto comportamiento, previamente a que este se pueda controlar semanalmente. Además, se requiere la prueba de 30 días consecutivos si se realiza un cambio importante en el método para leer los resultados (Cockerill et al., 2012). Para medir el diámetro de cada halo de inhibición lo más cercano a 0,1 mm con calibradores (VERNIER), colocado contra la parte posterior del plato que se ilumina con la luz sobre el plato y con una superficie oscura no reflectante. El plato puede estar colocado sobre una superficie oscura no reflectante de manera que la fuente de luz se encuentre sobre y detrás a unos 45° en oposición al lector (Rennie et al., 2006).

Metodología

Se realizó un estudio operativo no experimental pre y post evaluatorio con la finalidad de Implementar un proceso de capacitación acerca de la preparación y control de lotes del agar Mueller Hinton para la mejora de las características técnicas de los lotes a preparar y el desempeño del agar frente a cepas ATCC *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, aplicando la guía M6-A2, M02-A11 del *Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI)*.

El Universo del presente estudio estará constituido por la totalidad de los agares Mueller Hinton preparados según la norma *Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI)*, Mo6-A2 “*Protocols for evaluating Dehydrated Mueller Hinton Agar*”, y M02-A11

“*Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests*”; en el Hospital General de las Fuerzas Armadas del Ecuador y en el Hospital Pablo Arturo Suárez.

Dado que la presente investigación se basa en la aplicación de la guía *Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI), Mo6-A2, Protocols for evaluating Dehydrated Mueller Hinton Agar*, se requiere 30 replicaciones por cada agente antimicrobiano según la cepa ATCC a probar. Es necesario realizar 200 réplicas en el Hospital General de las Fuerzas Armadas del Ecuador y en el Hospital Pablo Arturo Suárez, para el control del pH, espesor, esterilidad, control de cationes y de timina- timidin

El estudio se realizará siguiendo las siguientes fases:

- A) **Diagnostico Situacional:** en la primera etapa se hará un diagnóstico situacional de ambos laboratorios en los que se incluirá tanto una evaluación de conocimientos del personal sobre la elaboración y control de calidad del agar Mueller Hinton, donde se verificará las condiciones de infraestructura, insumos y materiales necesarios para la elaboración del agar Mueller Hinton. Esta lista está basada en el documento de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2005), titulado: “Instrumentos para la evaluación de laboratorios. Se observará como se realizan en los diferentes laboratorios los medios de cultivo y se tomara un registro digital (video) previa capacitación.
- B) **Preparación Mueller Hinton:** se utilizará el agar Mueller Hinton de la casa comercial BD, y se tomaran como parámetros de control de calidad la medición del pH en el cual se utilizará el pHmetropotenciometro de electrodo, marca Hanna, previamente verificado. Permitiendo que una pequeña cantidad del agar solidifique alrededor del bulbo del electrodo del pHmetro, el pH ideal debe ser de 7.2 a 7.4. Se controlará la concentración de cationes utilizando cepas *P. aeruginosa* ATCC 27853. Junto con sensidiscos tetraciclina, colistín y aminoglucósidos esperando encontrar halos de inhibición entre 18-26 mm, el efecto timina-timidina se observará utilizando cepas *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 o la cepa *E. faecalis* ATCC 33186 obteniendo halos de inhibición >20 mm. Para medir el diámetro de cada halo de inhibición lo más cercano a 0,1 mm, se utilizará calibradores (VERNIER). Se determinará el espesor del medio utilizando calibrador marca Pie de Rey dividiendo en cuatro cuadrantes e introduciendo el extremo del calibre metálico, y se comprobará la esterilidad del medio colocando en la estufa, allí se observará el posterior crecimiento de microorganismos contaminantes. Se construirá una base de datos en la cual se colocarán las variables como son: pH, espesor, control de esterilidad, control de cationes y timidina, se analizará los datos obtenidos y se verificara si existen más de 3 de 30 resultados consecutivos fuera del rango aceptable.

- C) **Capacitación:** una vez obtenidos los primeros datos del diagnóstico situacional, se pasara a la siguiente fase del estudio en el que se realizara la intervención en los puntos que deban ser reforzados o reformulados, mediante la capacitación del personal a cargo de la elaboración del medio de cultivo con la implementación de un taller de aproximadamente dos horas, sobre la elaboración y el control de calidad del Mueller Hinton, de manera interactiva , en el cual se involucra plenamente al profesional de la salud en el proceso de aprendizaje, con sus experiencias, vivencias, conocimientos previamente obtenido a lo largo de sus años de trabajo, con material audiovisual (presentación en PowerPoint), siguiendo una guía predeterminada. Al finalizar el taller se realizará una autoevaluación, se entregarán instructivos y manuales de procedimiento.
- D) **Evaluación y Seguimiento:** se realizará una evaluación de los parámetros del control de calidad anteriormente mencionados que serán registrados en la hoja de registro de datos.

Las variables cualitativas se expresarán en porcentaje con su respectivo intervalo de confianza al 95%, mientras que las variables cuantitativas se expresaran en promedio y desvió estándar. Para el análisis inferencial se 33 utilizará una Prueba de McNemar, se considerará un error de inferencia del 5% ($p \leq 0,05$). Los datos serán procesados en el programa estadístico SPSS versión educativa.

El presente estudio respetará las normas éticas de investigación con la Declaración de Helsinki mediante el cual se respeta la confidencialidad de la información obtenida, al tratarse de un estudio operativo no experimental pre y post evaluatorio de una intervención administrativa no requiere de un consentimiento informado

Resultados

Se estableció el grado de cumplimiento de condiciones de infraestructura, insumos y materiales para la elaboración del agar Mueller Hinton en los laboratorios del Hospital General de las Fuerzas Armadas del Ecuador y en el Hospital Pablo Arturo Suárez de la ciudad de Quito. Paralelamente, se evaluó el grado de conocimientos acerca de la realización del agar Mueller Hinton y el impacto de una intervención educativa sobre los mismos. La tabla 1 muestra el grado de cumplimiento de los requerimientos de infraestructura, insumos y materiales de cada casa de salud intervenida, el porcentaje de requerimientos cumplidos para el Hospital General de las Fuerzas Armadas del Ecuador fue del 64% (16/24), en tanto que en el Hospital Pablo Arturo Suárez se cumplieron el 68% (17/24).

Tabla 1*Grado de cumplimiento de infraestructura, insumos y materiales*

Requerimientos	Cumplimiento	
	Hospital General de las Fuerzas Armadas del Ecuador	Hospital Pablo Arturo Suárez
Área específica	Adecuado	Adecuado
Área de almacenamiento	Adecuado	Adecuado
Protocolo de desinfección	Adecuado	Adecuado
Presencia de corrientes de aire	Inadecuado	Adecuado
Refrigeradoras de uso exclusivo para el almacenamiento del medio	Adecuado	Adecuado
Control de temperatura	Adecuado	Adecuado
Mantenimiento de refrigeradoras	Adecuado	Adecuado
phmetro	Adecuado	Inadecuado
Calibración del phmetro	Inadecuado	Inadecuado
Mantenimiento del phmetro	Inadecuado	Inadecuado
Mesa nivelada	Inadecuado	Adecuado
Balanza analítica	Inadecuado	Adecuado
Autoclave	Adecuado	Adecuado
Cabina de flujo laminar exclusiva para elaboración del medio	Inadecuado	Inadecuado
Destilador	Adecuado	Adecuado
Mantenimiento del destilador	Adecuado	Inadecuado
Dispensador del medio	Adecuado	Inadecuado
Calibración del dispensador	Inadecuado	Inadecuado
Calibradores/Vernier	Inadecuado	Adecuado
Control de sensidiscos	Adecuado	Adecuado
Control de cepas ATCC	Adecuado	Adecuado
Control de agar Mueller Hinton	Adecuado	Adecuado
Control del agua usada en el Mueller Hinton	Inadecuado	Inadecuado
Control de cajas petri	Adecuado	Adecuado

Fuente: Calderón & Barrera (2006)

Para el componente de conocimientos relativos a la elaboración del agar Mueller Hinton y su control de calidad, se evaluaron a un total de 8 operadores, de los cuales 5 fueron del Hospital General de las Fuerzas Armadas del Ecuador y los restantes del Hospital Pablo Arturo Suárez, con una mediana de años de trabajo en el servicio para la muestra general de 6.5 años (Rango: 1 – 32 años), siendo para los profesional del Hospital General de las Fuerzas Armadas del Ecuador una mediana de 3 años (Rango: 1 – 32 años), en tanto que para el Hospital Pablo Arturo Suárez la mediana fue de 7 años (Rango: 6 – 10 años). Todos los sujetos fueron sometidos a una evaluación previa de conocimientos relativos a los parámetros de control de calidad del agar Mueller Hinton, a partir de la cual se diseñó una intervención educativa. Para lo cual se utilizó una Prueba de McNemar (p no aplicable). Los resultados por ítem consultado en el pre y post-intervención se muestran en la tabla 2.

Tabla 2*Grado de conocimientos pre y post-intervención. Muestra general*

Conocimiento	Evaluación n (%)			
	Pre-intervención		Post-intervención	
	Adecuado	Inadecuado	Adecuado	Inadecuado
Definición Muller-Hinton	8 (100)	----	8 (100)	----
Parámetros control de calidad	5 (62.5)	3 (37.5)	8 (100)	----
pH del agar	2(25)	6(75)	8 (100)	----
Medición del pH	2(25)	6(75)	8 (100)	----
Efecto del pH del agar	2(25)	6(75)	8 (100)	----
Concentración de timidinas	4(50)	4(50)	8 (100)	----
Efecto de las timidinas del agar	4(50)	4(50)	8 (100)	----
Concentración de cationes	2(25)	6(75)	8 (100)	----
Espesor del agar	1(12.5)	7(87,5)	8 (100)	----
Esterilidad	7 (87,5)	1(12,5)	8 (100)	----

Fuente: Calderón & Barrera (2006)

El comportamiento de la adecuación de los criterios técnicos relacionados con el cumplimiento de requisitos en base a la normativa Mo6-A2 “*Protocols for evaluating dehydrated Mueller Hinton agar*”, en el pre y postintervención, se presentan en la tabla 3. Se utilizó una Prueba de McNemar (p no aplicable).

Tabla 2*Adecuación de criterios técnicos de preparación de agar Muller-Hinton (Norma MO6-A2 y M02-A11) Pre y Post intervención*

Criterios	Condición n (%)	
	Adecuado	Inadecuado
pH		
• Pre – intervención (n=60)	18 (30)	42 (70)
• Post – intervención (n=60)	60 (100)	---
Espesor		
• Pre – intervención (n=60)	14 (23.3)	46 (76.7)
• Post – intervención (n=60)	60 (100)	---
Concentración de cationes		
• Pre – intervención (n=60)	37 (61.7)	23(38.3)
• Post – intervención (n=60)	60 (100)	---
Concentración de timidina		
• Pre – intervención (n=60)	40 (66.7)	20 (33.3)
• Post – intervención (n=60)	60 (100)	---
Esterilidad		
• Pre – intervención (n=60)	29 (48.3)	31 (51.7)
• Post – intervención (n=60)	60 (100)	---

Fuente: Calderón & Barrera (2006)

Discusión

El Control de calidad tiene por objeto la verificación de la precisión y exactitud del proceso analítico, el funcionamiento de los reactivos y equipos utilizados, la competencia profesional del personal que realiza la prueba, este concepto se aplica a todo el laboratorio, incluyendo el área de microbiología, por lo que es imprescindible realizar control de calidad a los distintos insumos utilizados. Uno de estos insumos es el agar Mueller Hinton, el cual es el medio más empleado en el área de microbiología y universalmente recomendado para la elaboración de las pruebas de susceptibilidad antimicrobiana. Este requiere, una realización minuciosa siguiendo las normativas internacionales, además de necesitar controles de calidad frecuentes. Esto fue claramente demostrado en el estudio multicéntrico realizado por Ericsson & Sherris (citado en Rennie et al., 2006): “Sensibilidad antimicrobiana en el agar Mueller Hinton y otros agares”, en el cual evidenciaron que la falta de control de calidad provocó la variación de los resultados obtenidos en las pruebas de susceptibilidad.

Se realiza un estudio operativo no experimental pre y post evaluatorio, en el laboratorio de microbiología de dos hospitales en la ciudad de Quito, el Hospital General de las Fuerzas Armadas y el Hospital Pablo Arturo Suárez, debido a que en los mencionados preparan sus propios medios. Se utiliza en un *check list* para infraestructura, insumos y recursos tomado de la guía “Instrumentos para la evaluación de laboratorios OMS”, guía *Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI)*, Mo6-A2 “*Protocols for evaluating dehydrated mueller hinton agar*” y la guía *Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests*.

En este estudio participaron 5 licenciados de laboratorio clínico, que trabajan en el Hospital General de las Fuerzas Armadas y que cuentan con un promedio de experiencia de 3 años (1-32 años), y 3 licenciadas en laboratorio clínico que trabajan en el Hospital Pablo Arturo Suárez, este personal cuenta con un promedio de 7 años de experiencia (6-10 años). Este dato es importante ya que se evidencia que, a pesar de la experiencia obtenida a lo largo del tiempo de trabajo, existían importantes vacíos en cuanto a la elaboración del medio y su control de calidad, debido a la falta de capacitación continua y al trabajo rutinario. Al realizar el diagnóstico situacional se encontró un cumplimiento del 64% en el Hospital General de las Fuerzas Armadas y un 68% de cumplimiento en el Hospital Pablo Arturo Suárez, esto se debe a falta de instalaciones e instrumental adecuado, prácticas de bioseguridad que han quedado en desuso y falta de capacitación. Estas variables afectan la elaboración y el control de calidad del medio de cultivo, así la falta de instalaciones adecuadas, como la presencia de una mesa desnivelada provoca una inclinación del agar lo que ocasiona variaciones en el espesor de los 4 cuadrantes de este. La Organización Panamericana de la Salud recomienda una mesa estable y bien nivelada, para evitar los inconvenientes anteriormente identificados, si bien este fenómeno no ha

sido muy estudiado en el área de laboratorio, en estudios realizados en otras industrias quedo claramente establecido que la principal causa de productos defectuosos se debe a lo anteriormente mencionado (Patel et al., 2016). Para evitar esta variación en el espesor del agar se utiliza una mesa nivelada de acero inoxidable. La falta de instrumental puede generar errores al momento de realizar el control de calidad así al no disponer de un phmetro o que se encuentre en desuso o descalibrado, puede provocar errores en las pruebas de sensibilidad antimicrobiana. En estudios realizados en España, estados Unidos, y otros países, se identifica que un medio acido provoca falsas resistencia en fármacos como aminoglucósidos, quinolonas y macrólidos, los mismos que son de uso diario. Un mal mantenimiento del phmetro genera daños en el equipo y falsas lecturas; es recomendable mantener el electrodo en una solución saturada de cloruro de potasio, con el fin de evitar la pérdida de iones. Para evitar esos problemas encontrados se utiliza un phmetro nuevo y calibrado. El agar debe ser preparado siguiendo las especificaciones del fabricante, con medidas específicas de ahí que se debería utilizar dispensadores del medio, estos son dispositivos pertenecientes a la familia de las pipetas, estos permiten la distribución de volúmenes predeterminados. De lo anteriormente expuesto se podría deducir que su uso reduciría la variación en el espesor. El agua es uno de los principales elementos utilizados en la preparación del medio, el *Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI)*, Mo6-A2 “*Protocols for evaluating dehydrated Mueller Hinton agar*”, recomienda el uso de agua destilada, es importante que todo el personal involucrado en el laboratorio conozca si el destilador se encuentra en buenas condiciones, además de tener los mantenimientos adecuados, debido a que cambios en la composición del agua alteran parámetros del medio como el pH, de ahí que se debe realizar controles y mantenimientos al destilador con el fin de evitar variaciones que podrían alterar los resultados emitidos. Es importante recordar que el área de elaboración de medios de cultivo es un área crítica y estéril de ahí que, cualquier contaminante puede invalidar los resultados emitido. El *Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI)*, recomienda el uso de cabinas de flujo laminar exclusivas para la elaboración del medio con el fin de reducir al mínimo la contaminación del medio. El Dr. Willis Withfield et al. (citado en Pérez & Sánchez, 2010), comprobaron que al utilizar una cabina de flujo laminar reducía la contaminación relativa mil veces. Se evidencian prácticas de bioseguridad que han quedado en desuso como el pipeteo bucal, debido al riesgo de contagio de enfermedades (Pérez & Sánchez, 2010). Esto fue demostrado en un estudio publicado por Sulkin & Pike (citado en Pérez & Sánchez, 2010), en 5000 laboratorios, en el cual se observó casos de tuberculosis, turulemia, y brucelosis asociadas al pipeteo bucal e incluso se notificó un 3% de muertes asociadas a esta práctica. De ahí que, se debe suspender, el pipeteo bucal (Cerra et al., 2013). Posteriormente se evalúa el grado de conocimiento, pre y post capacitación, de los 8 profesionales de las casas de salud, intervenidas en cuanto a parámetros de control de calidad. Se encuentra en la pre -capacitación resultados de un 25% de conocimientos efectivos referentes al pH, su medición y sus efectos en el medio,

un 50% en cuanto a la concentración de timina-timidina y su efecto, 25% en la concentración de cationes y su efecto, 12,5% en cuanto al espesor el medio. Posterior a la capacitación se obtuvo una mejoría del 100%. Estos resultados se podrían extrapolar a los resultados obtenidos en un estudio realizado por Céspedes (2009), respecto al “Impacto del proceso enseñanza-aprendizaje sobre la calidad del laboratorio clínico”, en el cual se evidencio un 99,9% de mejoría de los parámetros aplicados tras la capacitación. Seguidamente se valoró en la práctica el control de calidad aplicado a los medios, realizando 30 réplicas de cada parámetro, encontrando que en promedio el pH aceptable en los dos hospitales fue de 30%, el espesor aceptable fue de 23,3%, control de cationes aceptable fue de 61,7%, concentración de timina-timidina 66,7% y esterilidad fue de 48,3%, posterior a la capacitación e intervención los resultados fueron del 100% de aceptabilidad.

Se podría pensar que el porcentaje obtenido en cuanto a la concentración de cationes podría deberse a variabilidad en la concentración del medio. Estudios realizados por Girardello et al. (2012), demostraron que los medios con concentraciones más bajas de cationes a las recomendadas por el *Clinical Laboratory Standard Institute (CLSI)*, generan halos más grandes de las esperadas, esto sucede sobre todo con medios marca MERCK, sin embargo, en las casas intervenidas se utilizan medios marca BD, los cuales tienen las concentraciones exactas del medio. Es importante recordar que el espesor puede variar el tamaño de los halos inhibición. Se observa que en la mayoría de los casos los medios tenían 7 mm de espesor y se encontraban desnivelados. Existen estudios en los cuales se ha observado que el espesor del agar afecta el tamaño del halo de inhibición de ahí que un medio con un diámetro mayor a lo esperado genera falsas resistencias, en cambio un medio de menor tamaño genera falsas sensibilidades.

Conclusiones

- Al realizar un diagnóstico situacional de la infraestructura, insumos y materiales se determinó que la ausencia, el mal uso o desuso, constituyen los principales factores que afectaban la elaboración del medio, las necesidades de los laboratorios de microbiología fueron sustentadas y con ello se logró incrementar las características técnicas del medio de frente a las cepas ATCC *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.
- La falta de actualización sobre los procesos en la elaboración del medio de cultivo está relacionada con los posibles errores que afecten las características técnicas y su desempeño en las pruebas de sensibilidad antimicrobiana.
- Este estudio contribuye al proceso de gestión de calidad de los laboratorios de microbiología.

Conflicto de intereses

Los autores certifican que no existen conflictos de interés en el presente trabajo.

Referencias Bibliográficas

- Alados Arboleda, J. C., & Alcázar Soriano, M. J. (2015). Diseño de un laboratorio de Microbiología Sociedad Española de Enfermedades Infecciosas y Microbiología *Clínica*, 33. 1-26. <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-diseno-un-laboratorio-microbiologia-clinica-S0213005X0900408X>
- Basu, S., Pal, A., & Desai, P. K. (2005). *Quality Control for commercially prepare microbiological culture media*. *Revista india de microbiología médica*, 23(3), 159-163. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0255085721025858>
- Bazet Ugalde, C., Camou, T., & Mogdasy, M. C. (2007). Manual básico de control de calidad en el laboratorio de microbiología. Editorial Montevideo: Hospital De Clinicas "Dr. Manuel Quintela". Repartición Microbiología. https://pmb.parlamento.gub.uy/pmb/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=54299
- Calderón Racines, M. D., & Barrera Guarderas, J. F. (2016). *Evaluación de la eficacia de una intervención administrativa sobre los procesos de preparación del agar Mueller Hinton en el Hospital General de las Fuerzas Armadas del Ecuador y en el Hospital Pablo Arturo Suárez*. [Proyecto de investigación, post grado, Especialista en Patología Clínica - Medicina de Laboratorio]. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador. <https://docplayer.es/154983827-Universidad-central-del-ecuador-facultad-de-ciencias-medicas-instituto-superior-de-posgrado-posgrado-de-patologia-clinica.html>
- Clavell, L., & Pedrique de Aulacio, M. (1992). *Microbiología. Manual de Métodos Generales* (2da edición). Facultad de Farmacia. Universidad Central de Venezuela.
- Centers for Disease Control and Prevention. (2009). Manual para las pruebas de identificación y susceptibilidad antimicrobiana. *Medicina y Laboratorio*. 15 (3-4), 11–12.
- Cerra, H., Aversa, N., Carbone, N., Carnevali, S., Chiesa, C., & Covo, M. (2013). *Manual de Microbiología aplicada a las Industrias Farmacéutica, Cosmética y de Productos Médicos*. Editorial Asociación Argentina de Microbiología. https://www.academia.edu/17322914/Manual_microbiologia_aplicada

- Céspedes, C. (2009). Impacto del proceso enseñanza-aprendizaje sobre la calidad del laboratorio clínico en la Misión Barrio Adentro. *Medisan*, 13(1).
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192009000100001
- Chamorro, G., & Zárata M. N. (2008). Efecto del espesor y del pH del agar Mueller-Hinton en el antibiograma. *Revista Panamericana de infectología*. 10, 64–69.
<https://www.yumpu.com/es/document/view/6104965/efecto-del-espesor-y-del-ph-del-agar-mueller-hinton-en-el->
- Cockerill, F.R., Wikler, M.A., Alder, J., Eliopoulos, D.M, & Ferraro G.M, (2012), Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests, Approved Standard (11^a Ed). Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI).
<https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.html?id=58139aa4615e27240754da03&assetKey=AS%3A422233756704774%401477679780485>
- Forbes, B. (2009). *Medios de Cultivo*. (12^a Ed) Diagnóstico Microbiológico. (pp. 1160) Houston: Panamericana.
<https://books.google.com.ec/books?id=239cauKqSt0C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- García-Álvarez, L. (2010). Efectos no antimicrobianos de las tetraciclinas. *Revista Española de Quimioterapia*. 23(1), 4–11. <https://seq.es/seq/0214-3429/23/1/garciaalvarez.pdf>
- Girardello, R., Bispo, J. M., Yamanaka, T. M., & Gales, A. C. (2012). Cation Concentration Variability of Four Distinct Mueller-Hinton. *Journal of Microbiology*, 50(7), 2414–2418. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22553247/>
- González de Buitrago, M. (2010). *Técnicas y métodos de laboratorio clínico*. (3Ed). España, Elsevier.
https://books.google.com.ec/books?id=IUeVMi8ViNsC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Herrera, Marco Luis. (1999). Pruebas de sensibilidad antimicrobiana: metodología de laboratorio. *Revista Médica del Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera*, 34(Suppl.), 33-41.
http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1017-85461999000100010&lng=en&tlng=es.
- Hudzicki, J. (2013). *Kirby-Bauer Disk Diffusion Susceptibility Test Protocol*. American Society for Microbiology. <https://asm.org/getattachment/2594ce26-bd44-47f6->

8287-0657aa9185ad/Kirby-Bauer-Disk-Diffusion-Susceptibility-Test-Protocol-pdf.pdf

- Koneman, E. (2008). *Elaboración de medios de cultivo*. (6ª Ed). Diagnostico Microbiológico. Madrid; Panamericana, 1-1691.
https://books.google.com.ec/books?id=jyVQueKro88C&printsec=frontcover&source=gbv_vpt_reviews#v=onepage&q&f=false
- Malbrán, C. G. (2001). *Manual de procedimientos para la determinación de la sensibilidad a los antimicrobianos en bacterias aisladas de humanos*. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas.
<https://1library.co/document/yevgm1lr-manual-procedimientos-determinación-sensibilidad-antimicrobianos-bacterias-aisladas-humanos.html>
- Miranda, C., López, L., & Loret Caballeria, A. (2004). *Recomendaciones sobre el aseguramiento de la calidad de medios de cultivo y reactivos*. Sociedad Española Microbiología.
https://seimc.org/contenidos/gruposdeestudio/gegmic/dcientificos/documentos/gegmic_dyc1_2004.pdf
- Molina, J., Cordero, E., Palomino, J., & Pachón, J. (2009). Aminoglucosidos y polimixinas. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*. 27(3), 178–188. <https://www.elsevier.es/es-revista-enfermedades-infecciosas-microbiologia-clinica-28-articulo-aminoglucosidos-polimixinas-S0213005X09000986>
- Morales-Parra, G. I., Castro-Amaris, G., Mendoza-Bolaño, Y. C. (2017). Una mirada rápida al control de calidad interno en el quehacer diario del laboratorio de microbiología. *Medicina & Laboratorio*. 23(09-10), 459-474.
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=99472>
- Murray, P. R., Rosenthal, K. S., & Pfaller, M. A. (2014). *Medios de cultivo*. (6a Ed) *Microbiología médica*. pp. 258-270. España: Elsevier, editor.
[https://www.berri.es/pdf/MICROBIOLOG%C3%8DA%20M%C3%89DICA%20\(Libro%20+%20eBook\)/9788491138082](https://www.berri.es/pdf/MICROBIOLOG%C3%8DA%20M%C3%89DICA%20(Libro%20+%20eBook)/9788491138082)
- Ordoñez Smith, M. (2014). *Medios de cultivo*. (1ª Ed). *Guías Prácticas para los laboratorios de bacteriología clínica*. Colombia: Panamericana.
<https://www.medicapanamericana.com/co/libro/guias-practicas-para-los-laboratorios-de-bacteriologia-clinica-version-digital>
- Organización Mundial de la Salud [OMS]. (2005). *Normas de bioseguridad*. (3Ed). *Manual de Bioseguridad en el laboratorio clínico*. Ginebra.

<https://www.paho.org/es/documentos/manual-bioseguridad-laboratorio-3a-edicion-oms-2005>

- Patel, J. B., Cockerill III, F. R., Eliopoulos, G. M., Jenkins, S. G., & Lewis II, J. S. (2016). *M100S Performance Standards for Antimicrobial*. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). <https://www.researchgate.net/file.PostFileLoader.ht>.
- Pérez, H., & Sánchez. V. (2010). Propuesta de diseño de monitoreo ambiental microbiológico para diagnóstico de niveles de contaminación en áreas de procesamiento aséptico. *Rev. Científicas América Lat. el Caribe, España y Port*, 44(3), 7–14. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120684002>
- Perdomo, Jesús. (2009). Método Juran. Análisis y planeación de la calidad. *Innovador*, 19(33), 142. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-50512009000100011&lng=en&tlng=es.
- QuimiNet.com. (2010). *Cajas Petri. Información y negocios segundo a segundo*. www.quiminet.com
- Rennie, P. R., Callihan, D. R., & Barry, A. L. (2006). *Protocols for evaluating dehydrated Mueller-Hinton Agar. Approved Standard*. Second Edition. 26(2). Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). <https://webstore.ansi.org/standards/clsi/clsim06a2>
- Rivera, A., Larrosa, N., & Mirelis, B. (2014). Importancia de los controles de calidad para la detección de la resistencia a antibióticos β lactámicos en enterobacterias. *Enfermedades Infecciosas Microbiología Clínica*, 32(1), 30-36. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0213005X14701478?via%3Dihub>
- Rojo, M. D., Aguía, J. M., Cercenado, E., de Ory, F., & de la Rosa, M. (2010). Recomendaciones para la implantación de la normativa de calidad UNE-EN-ISO 15189 en el laboratorio de microbiología clínica: bacteriología y serología. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica*, 28(9), 629-637. DOI: [10.1016/j.eimc.2009.04.017](https://doi.org/10.1016/j.eimc.2009.04.017)
- Torrico, E. (2003). *Control de Calidad Interno, método Bauer Kirby. Manual de procedimientos y control de calidad interno*. Organización Panamericana de la Salud. <http://saludpublica.bvsp.org.bo/cc/BOX.79/documentos/nman13.pdf>
- Totora, G. (2007). *Elaboración de medios de cultivo*. (9 Ed). Introducción a la microbiología. Madrid, Panamericana.

TP - Laboratorio Químico. (2012). *Balanza analítica. Instrumentos de un laboratorio químico*. www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico/balanza-analitica.html

Villamil Gómez, J. (2005). *Manual de mantenimiento para equipo de laboratorio*. Organización Panamericana de la Salud.

<https://www.paho.org/es/documentos/manual-mantenimiento-para-equipo-laboratorio-2005>

Vives, E.A. (2004). *Aminoglucósidos*. FarmacoMedia.wordpress.com.

<https://farmacomedia.files.wordpress.com/2010/05/aminoglucosidos.pdf%0A>

Zhurbenko, R., Viera Oramas, D. R., Rodríguez Martínez, C., & Ortega Surís, A. (2010). Optimización de la formulación de agar de Mueller-Hinton. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*,4(1),1–12.

<https://www.redalyc.org/pdf/1812/181220509011.pdf>

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**.



Indexaciones



Optimización de la compensación reactiva en sistemas eléctricos por el método CRITIC

Reactive compensation optimization in electrical systems by the CRITIC method

- ¹ Alvaro Napoleón Chiguano Velasco  <https://orcid.org/0000-0002-7651-9728>
Maestría en Electricidad, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
alvaro.chiguano5954@utc.edu.ec
- ² Jessica Nataly Castillo Fiallos  <https://orcid.org/0000-0002-3120-7229>
Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
jessica.castillo@utc.edu.ec
- ³ Carlos Iván Quinatoa Caiza  <https://orcid.org/0000-0001-6369-7480>
Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.
carlos.quinatoa7864@utc.edu.ec
- ⁴ Edison Fabricio Guanochanga Collaguazo  <https://orcid.org/0000-0003-4397-9266>
Empresa Eléctrica Riobamba, Riobamba, Ecuador.
eguanochanga@eersa.com.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/11/2022

Revisado: 15/12/2022

Aceptado: 23/01/2023

Publicado: 05/04/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i2.2540>

Cítese:

Chiguano Velasco, A. N., Castillo Fiallos, J. N., Quinatoa Caiza, C. I., & Guanochanga Collaguazo, E. F. (2023). Optimización de la compensación reactiva en sistemas eléctricos por el método CRITIC . Ciencia Digital, 7(2), 64-81. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i2.2540>



CIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinaria, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Palabras claves:

Ubicación,
dimensionamiento,
método critic,
variable, pesos.

Resumen

Introducción. En los sistemas eléctricos AC la inyección de reactivos influye directamente al mejoramiento de parámetros eléctricos como factor de potencia, voltajes, reducción de pérdidas por transporte, cargabilidad de las líneas, etc. En los sistemas eléctricos de potencia los estudios de optimización de la compensación reactiva son llevados a cabo mediante diversos métodos heurísticos que se caracterizan por su complejidad de programación y por contar con un gran componente de criterio humano, lo cual influye en gran medida en la evaluación final de los resultados encontrados. **Objetivo.** Analizar los resultados de la aplicación del método Critic a la optimización de la compensación reactiva del sistema de subtransmisión de la Empresa Eléctrica Riobamba. **Metodología.** Inicialmente se propone un algoritmo para la obtención de la población de escenarios a ser evaluados y la obtención de los criterios de evaluación, finalmente el análisis estadístico es implementado mediante el uso del método Critic para la toma de decisión multicriterio. Los algoritmos propuestos y la posterior evaluación estadística fueron llevados a cabo en el sistema de 69kV de subtransmisión de la EERSA. **Resultados.** De los resultados de la aplicación de los métodos propuestos a la red de la EERSA se logra el mejoramiento de los perfiles de voltaje mientras se reducen las pérdidas del sistema, todo esto con los mínimos requerimientos de potencia reactiva inyectada en el sistema. **Área de estudio específica:** Sistemas Eléctricos.

Keywords:

Location, sizing,
critic method,
variable, weight.

Abstract

Introduction. In AC electric systems, the injection of reactive power directly influences the improvement of electrical parameters such as power factor, voltages, loose reduction, line chargeability, etc. In electrical power systems, reactive compensation optimization studies are carried out using various heuristic methods that are characterized by their programming complexity and by a large component of human judgment, which greatly influences the evaluation of the results found. **Objective.** Analyze the results of the application of the Critic method to the optimization of the reactive compensation of the sub-transmission system of the Riobamba Electric Company. **Methodology.** Initially, an

algorithm to obtain the population of scenarios to be evaluated and the evaluation criteria is proposed, finally the statistical analysis is implemented using the Critic method for multicriteria decision making. The proposed algorithms and the subsequent statistical evaluation were carried out in the EERSA 69kV sub transmission system. **Results.** From the results of the application of the proposed methods to the EERSA network, the improvement of the voltage profiles is achieved while the system losses are reduced, all this with the minimum requirements of reactive power injected into the system.

Introducción

En los sistemas eléctricos de distribución el flujo de potencia reactiva a través de las líneas de transmisión produce pérdidas de energía, caídas de voltaje, bajo factor de potencia, e incremento en la cargabilidad en líneas de transmisión provocando la insatisfacción del usuario final y el incremento de los costos de operación de las empresas distribuidoras (Okon & Wilkosz, 2018).

La tendencia actual dentro de los sistemas eléctricos es la implementación de las nuevas tecnologías y métodos en la búsqueda de la optimización de la operación. Indicadores como pérdidas, factor de potencia, caída de voltaje son los principales parámetros sujetos a estudio dentro de la operación de los sistemas en estado estable. En los sistemas de transmisión la compensación reactiva es uno de los métodos más efectivos para el control de los parámetros eléctricos antes indicados (Lakra et al., 2017). Por lo cual, se han desarrollado múltiples métodos para solventar el problema de la búsqueda de las óptimas ubicaciones y capacidades de las compensaciones requeridas en un sistema, donde la complejidad del método usado es relativo a la complejidad del sistema analizado (Li & Yin, 2019). Es por esto que se considera una evaluación multicriterio en la que se toma en cuenta diferentes criterios que dependiendo de su aplicación pueden ser minimizados o maximizados (Abdullahi et al., 2021), la ecuación 1 muestra la estructura básica de la función objetivo más comúnmente usada para la evaluación multicriterio.

$$FO = w_1. (Criterio_1) + w_2. (Criterio_2) + \dots + w_n. (Criterio_n) \quad (1)$$

Diversos trabajos de optimización para compensación de reactivos han sido presentados entorno al uso de métodos heurísticos como algoritmos genéticos (Arlenny et al., 2019), colonia de hormigas (Elkhidir et al., 2019), optimización por enjambre de partículas (Ramadan et al., 2017), entre otros (Bayat & Bagheri, 2019). Todos estos métodos de

optimización se basan en la evaluación de una función objetivo, la misma que será optimizada de acuerdo con las características de cada método, contando con diferentes niveles de complejidad para su programación e implementación, así como la aplicación directa sobre la problemática a ser solventada sin considerar los efectos que esta solución pueden conllevar al resto de las variables eléctricas del sistema eléctrico.

El resultado de la evaluación de la función objetivo puede presentar diferentes comportamientos para los mismos criterios analizados en dependencia del valor de los pesos que se le sean asignados. En otras palabras, para priorizar un criterio específico un mayor peso (w) se le debe ser asignado.

El método CRITIC para la toma de decisión multivariable provee una metodología para la determinación de los pesos que formaran parte de la función objetivo en donde cada criterio contará con un mayor peso mientras mayor sea la información que aporte un criterio con relación a los demás (Lamas et al., 2020). Por lo tanto, la aplicación del método permitirá eludir el uso del criterio personal y determinar matemáticamente los mejores pesos posibles que se le pueden ser asignados a una función de evaluación multicriterio para la búsqueda de la óptima ubicación y capacidad para bancos de capacitores en la red de 69 kV de la EERSA.

Metodología

En sistemas radiales la inyección de reactivos influye directamente sobre el mejoramiento de los perfiles de voltaje y sobre la inversión económica requerida, sin embargo, su efecto sobre la reducción de pérdidas y cargabilidad en las líneas de transporte puede llegar a presentar diversas características dependiendo tanto de las ubicaciones como de las capacidades (Kadom et al., 2020).

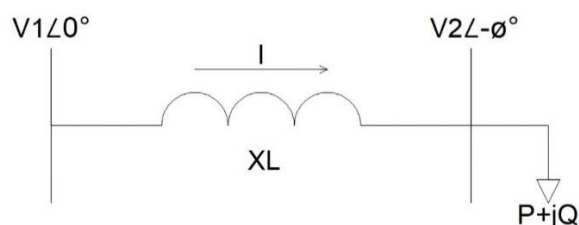
La problemática de la optimización de la compensación capacitiva en sistemas eléctricos puede ser dividido en dos subproblemas, la determinación de las óptimas ubicaciones en las cuales se inyectará potencia reactiva y la determinación de la cantidad óptima de reactivos a inyectar en cada barra (Kamel et al., 2019). En los sistemas de transmisión y subtransmisión el método más común de inyección de potencia reactiva consiste en la conexión de bancos de capacitores por lo que el análisis llevado a cabo a continuación toma en cuenta el uso de bancos de capacitores con un valor mínimo de 0.1MVAR disponible en el mercado.

Determinación de la ubicación de bancos de capacitores

En base al análisis de la operación de líneas de transmisión cortas mostrado en la figura 1, se puede deducir el comportamiento de los voltajes con modelos de carga de potencias constantes.

Figura 1

Modelo de línea de transmisión corta



Del análisis del sistema de una línea de transmisión corta se obtiene el valor de la potencia reactiva (Q) consumida en la barra 2 en función de los parámetros de la línea de transmisión (Kersting, 2012).

$$Q = \frac{1}{x} (V_1 V_2 \cos \phi - V_2^2) \quad (2)$$

Dado que:

$$\cos \phi \approx 1 \quad (3)$$

Entonces:

$$(V_1 - V_2) = \frac{x}{V_2} Q \quad (4)$$

De la ecuación anterior se puede concluir que el valor de la caída de voltaje encontrada al final de una línea es proporcional a la reactancia de la línea y al valor de la potencia reactiva requerida por la carga. Esto deriva en que el control de potencia reactiva (Q) sería la mejor opción que permitirá la regulación de voltaje en una barra que no cuente con generación. Dado el análisis anterior cabe indicar que durante el desarrollo de tomará en cuenta la heurística de que las barras con menor voltaje serán las principales candidatas para ubicar bancos de capacitores.

Teniendo en cuenta el enfoque de compensación capacitiva para el control de voltaje, las ubicaciones especificadas para la instalación de bancos de capacitores serán determinadas mediante el sondeo de la barra con menor voltaje. Sin embargo, tanto en la barra Slack como PV no es posible realizar el control de voltaje mediante compensación capacitiva dado que estas cuentan con un control propio el que por lo general ajusta su potencia reactiva generada (Q_{gen}) para llegar a un voltaje especificado (X. Li et al., 2017). Por lo tanto, el uso de compensación capacitiva para control de voltaje únicamente será usada en barras tipo PQ.

Determinación de la capacidad de bancos de capacitores

La búsqueda de las máximas capacidades a instalar en cada barra de un SEP puede ser analizado mediante una búsqueda discreta al incrementar sucesivamente la capacidad de los bancos de capacitores en las ubicaciones determinadas. Cada paso de incremento (ΔC) deberá ser evaluado por la función objetivo (FO) la cual permitirá determinar si se ha llegado o no a la mejor solución.

La función objetivo a maximizar corresponde a la ecuación indicada a continuación:

$$FO = w_1 \cdot V_{min} + w_2 \cdot P + w_3 \cdot C_{Total} \quad (5)$$

Donde:

w_1, w_2, w_3 : Peso de cada criterio.

V_{min} : Mínimo voltaje del sistema.

P : Pérdidas totales del sistema por transporte.

C_{Total} : Total de potencia reactiva instalada en el sistema ($C_{Total} = \sum_1^n C_i$).

Esta función objetivo será optimizada mediante la aplicación del método CRITIC mostrada en Yepes (2022), la cual se resume en 5 pasos:

1. Crear la matriz de decisión: Se crea una matriz con todos los posibles valores de ΔV , *pérdidas* y ΔC_{Total} obtenidos de cada uno de los posibles conjuntos de los bancos de capacitores a instalar.

Tabla 1

Ejemplo matriz de decisión

	V_{min}	<i>Pérdidas</i>	C_{Total}
C_1	X_{11}	X_{12}	X_{13}
C_2	X_{21}	X_{22}	X_{23}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
C_i	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
C_m	X_{m1}	X_{m2}	X_{m3}

- Normalizar por el rango los valores de cada uno de los criterios: En base a los valores de la matriz de decisión estos se transforman a p.u.

Tabla 2

Criterio para transformación a p.u. la matriz de decisión

Beneficio	Costo
$X_{i1\ pu} = \frac{X_{i1} - \min V}{\max V - \min V}$	$X_{i2\ pu} = \frac{\max P - X_{i2}}{\max P - \min P}$
	$X_{i3\ pu} = \frac{\max \Delta C_{Total} - X_{i3}}{\max \Delta C_{Total} - \min \Delta C_{Total}}$

- Calcular la desviación típica de cada criterio.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m \left[X_{i1\ pu} - \left(\frac{\sum_{i=1}^m X_{i1\ pu}}{m} \right) \right]^2}{m-1}} \quad (6)$$

- Calcular la correlación entre cada par de criterios.

$$r_{jk} = \frac{\text{cov}(j,k)}{\sigma_j \sigma_k} \quad (7)$$

- Calcular el peso de cada criterio.

$$w_j = \sigma_j \sum_{k=1}^n (1 - r_{jk}) \quad (8)$$

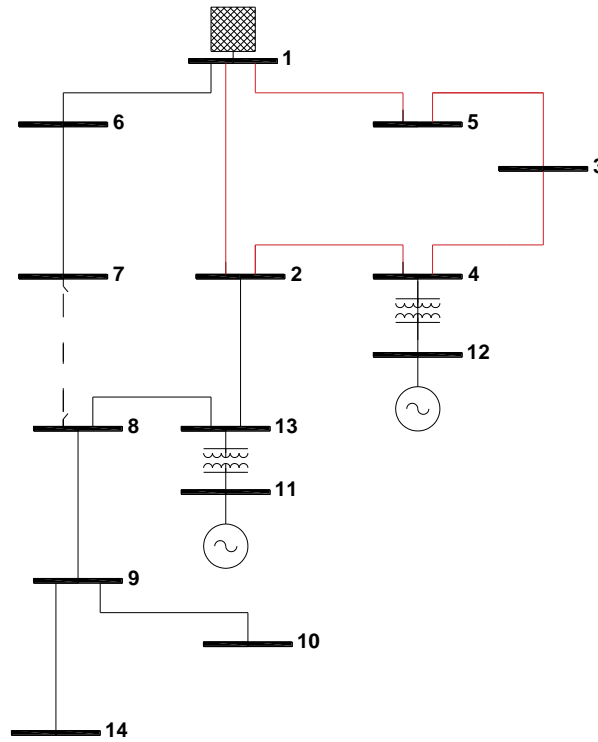
Resultados

En el presente trabajo primeramente se realizó el análisis de la metodología de búsqueda de la óptima compensación reactiva mediante bancos de capacitores para el mejoramiento de los perfiles de voltaje y la reducción de las pérdidas por transporte en la red de 69kV de la Empresa Eléctrica Riobamba (figura 2). La función de optimización fue valorada mediante el uso del método CRITIC para el análisis multivariable.

La red de Subtransmisión de 69kV de la EERSA está compuesta por 14 barras, la barra 1 representa la conexión al SNI, las barras 11 y 12 son barras de conexión a las centrales de generación Alao (10.2 MVA) y Rio Blanco (3MVA) respectivamente, mientras que las barras restantes corresponden a subestaciones de carga.

Figura 2

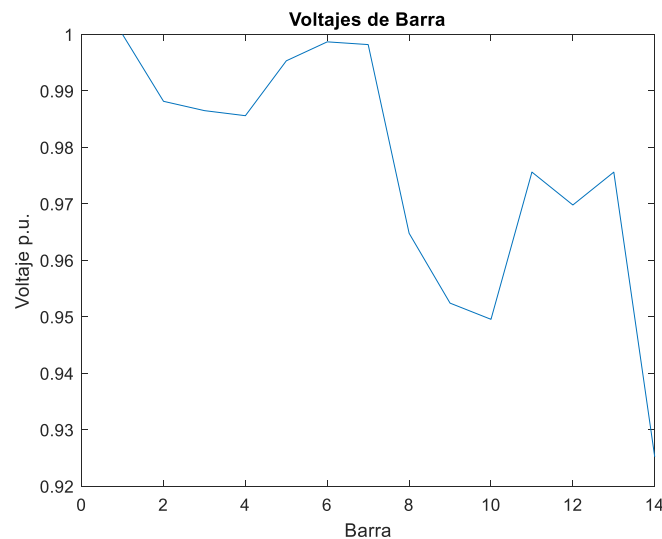
Red de 69kVde la EERSA



La figura 3 presenta los perfiles de voltaje a la hora pico (19:00 horas) en cada barra de la red presentada.

Figura 3

Perfil de voltajes de la red de subtransmisión de la EERSA a la hora pico



Según el criterio previamente indicado en el cual las ubicaciones de los bancos de capacitores serán determinadas de acuerdo con la barra que presente el menor voltaje, la ubicación inicial correspondería a la barra 14. Además, es importante notar que las barras de la EERSA que presentan equipamientos de generación operan a manera de barras de carga volviendo posible el control de voltaje mediante compensación capacitiva.

Por lo dicho anteriormente, se indica que la ubicación de bancos de capacitores será únicamente tomada en barras de carga, por lo que para el caso del sistema de la figura 2 se iniciaría la ubicación de capacitores en la barra 14.

Los criterios seleccionados para el análisis multivariable aplicado a la compensación de reactivos en el sistema analizado corresponden a voltaje mínimo, pérdidas por transporte y reactivos totales a inyectar, los valores numéricos de cada caso se muestran en la tabla 3.

Tabla 3

Matriz de decisión para compensación en la red de la EERSA

V min	Pérdidas MW	MVAr	V min	Pérdidas MW	MVAr
0.9668	8.32	0	0.9842	8.31	1.7
0.9677	8.31	0.1	0.9852	8.32	1.8
0.9688	8.30	0.2	0.9862	8.34	1.9
0.9698	8.29	0.3	0.9872	8.35	2
0.9709	8.28	0.4	0.9882	8.37	2.1
0.9719	8.27	0.5	0.9892	8.39	2.2
0.973	8.27	0.6	0.9902	8.41	2.3
0.974	8.26	0.7	0.9912	8.43	2.4
0.9751	8.26	0.8	0.9922	8.46	2.5
0.9761	8.26	0.9	0.9932	8.48	2.6
0.9771	8.26	1	0.9941	8.51	2.7
0.9781	8.26	1.1	0.9951	8.53	2.8
0.9791	8.26	1.2	0.9961	8.56	2.9
0.9802	8.27	1.3	0.9971	8.59	3
0.9812	8.28	1.4	0.9981	8.62	3.1
0.9822	8.29	1.5	0.999	8.65	3.2
0.9832	8.30	1.6	1	8.68	3.3

Las figuras 4 y 5 muestran las variaciones del voltaje p.u. en la barra 14 y las pérdidas por transporte del sistema de subtransmisión ante incrementos paulatinos de potencia reactiva capacitiva de 0.1 MVAr en la barra 14.

Figura 4

MVAr inyectados vs voltaje en la barra 14

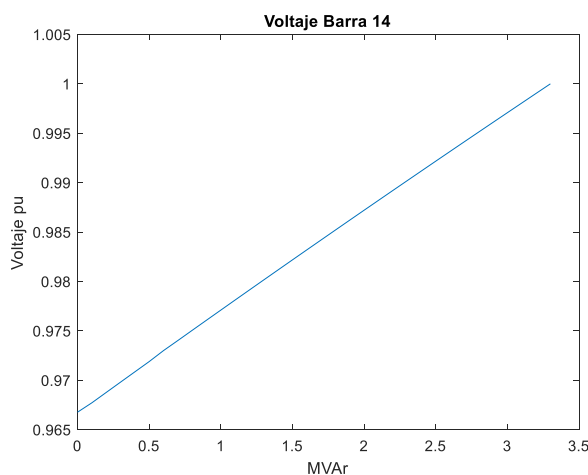
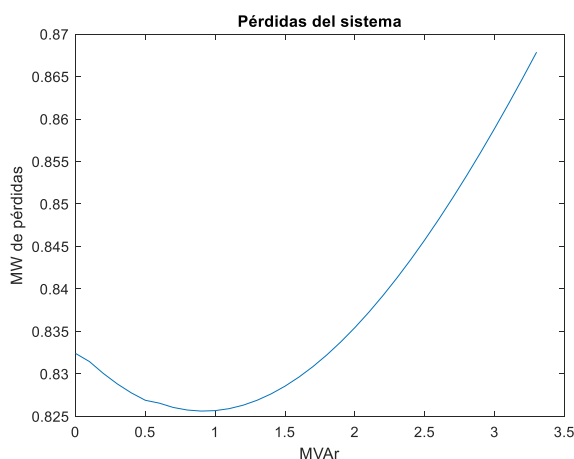


Figura 5

MVAr inyectados en la barra 14 vs pérdidas del sistema

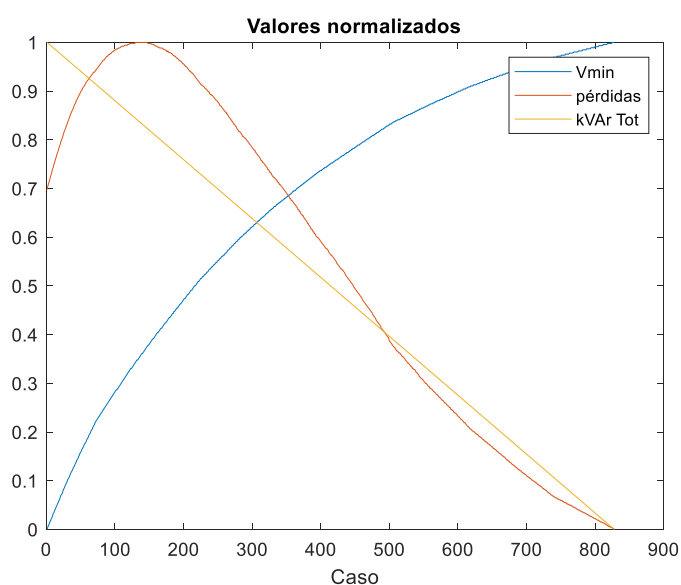


Como se observa en las figuras anteriores, la relación entre la potencia reactiva capacitiva y el voltaje en la barra 14 es directamente proporcional mientras que la relación entre la potencia reactiva inyectada y las pérdidas del sistema no es del todo clara. Si bien se observa que inicialmente la conexión de pequeños bancos de capacitores ayuda en elevación de voltajes y la reducción de pérdidas, se presenta un límite luego del cual las pérdidas del sistema se incrementan requiriéndose que se realice una evaluación entre la inyección de potencia reactiva capacitiva, sus beneficios sobre el control de voltaje y su perjuicio en el incremento de las pérdidas del sistema.

La figura 6 muestra los valores normalizados de la matriz de decisión, el cual corresponde al segundo paso del flujo de proceso para el cálculo de los pesos y sobre los cuales se realiza el análisis de selección del valor óptimo de inyección de reactivos.

Figura 6

Casos posibles vs valores normalizados



Las tablas 4 y 5 presentan los valores determinados de manera estadística para la desviación estándar y la correlación entre los criterios de decisión analizados.

Tabla 4

Desviación estándar de valores analizados

V min	Pérdidas	kVAr
0.3023	0.3054	0.3018

Tabla 5

Correlación entre valores analizados

	V min	Pérdidas	kVAr
V min	1	-0.8598	-0.9999
Pérdidas	-0.8598	1	0.8656
kVAr	-0.9999	0.8656	1

Finalmente se calcula los pesos de cada criterio relacionando los datos de las tablas 4 y 5 de acuerdo con lo mostrado en la ecuación 8. La tabla 6 muestra los pesos finales determinados para el caso de incremento de reactancia capacitiva en la barra 14.

Tabla 6

Pesos determinados para cada criterio analizado

W1	W2	W3
V min	Pérdidas	kVAr
1.1668	0.6091	0.6441

La relación matemática entre los valores normalizados y los pesos determinados es evaluada de acuerdo con lo mostrado en la ecuación 9.

$$FO = w_1 \cdot V_{min} + w_2 \cdot P + w_3 \cdot C_{Total} \quad (9)$$

Donde:

w_1, w_2, w_3 : Peso de cada criterio.

V_{min} : Mínimo voltaje del sistema.

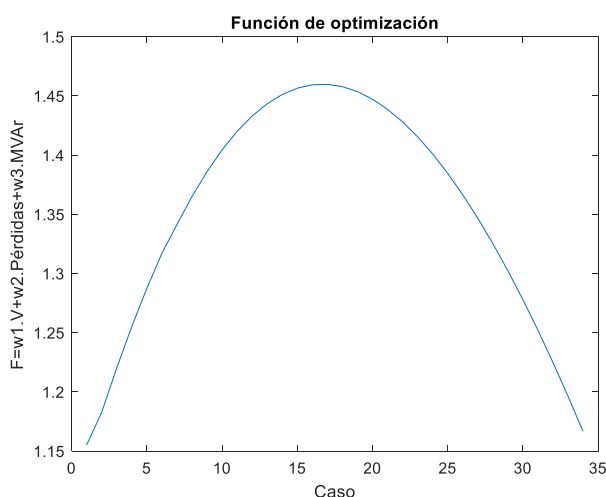
P : Pérdidas totales del sistema por transporte.

C_{Total} : Total de potencia reactiva instalada en el sistema ($C_{Total} = \sum_1^n C_i$).

La figura 7 muestra gráficamente los valores puntuales de la función de optimización ante cada caso de incremento de la potencia reactiva inyectada en la barra 14.

Figura 7

Casos posibles vs Función de optimización



La maximización de la función objetivo permite determinar la condición de operación que cuente con la mejor relación entre elevación de voltaje, reducción de pérdidas y menor requerimiento de potencia reactiva.

Para el ejemplo evaluado se determina que la mejor condición de operación se alcanza en el caso 17 en el cual se requiere la inyección de 1.6 MVar en la barra 14. La tabla 7 permite hacer una evaluación numérica entre los valores obtenidos a condiciones normales de operación de la red de 69kV de la EERSA y la condición óptima de compensación determinada mediante el método Critic.

Tabla 7

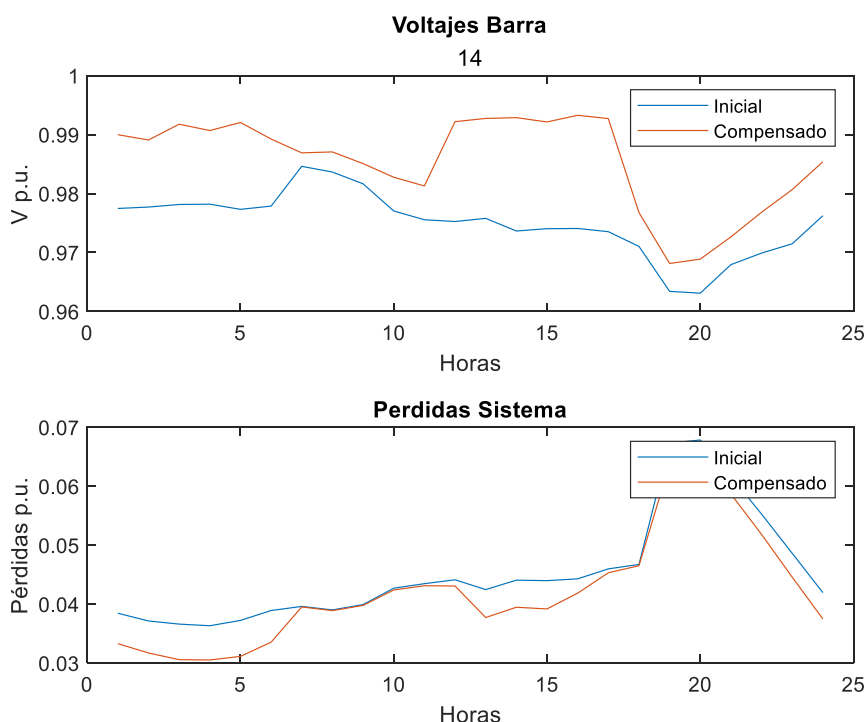
Condición y operación inicial y compensada

	V min p. u	Pérdidas MW	MVAr inyectados
inicial	0.9668	8.32	0
compensado	0.9832	8.29	1.6

Si bien el análisis anterior fue realizado para un instante particular de tiempo (19:00 horas), un análisis similar puede ser realizado para cualquier instante a lo largo del día. La figura 8 muestra los resultados del análisis para la óptima compensación de reactivos en la barra 14 para un rango de estudio de 24 horas.

Figura 8

Voltajes y pérdidas iniciales vs compensados



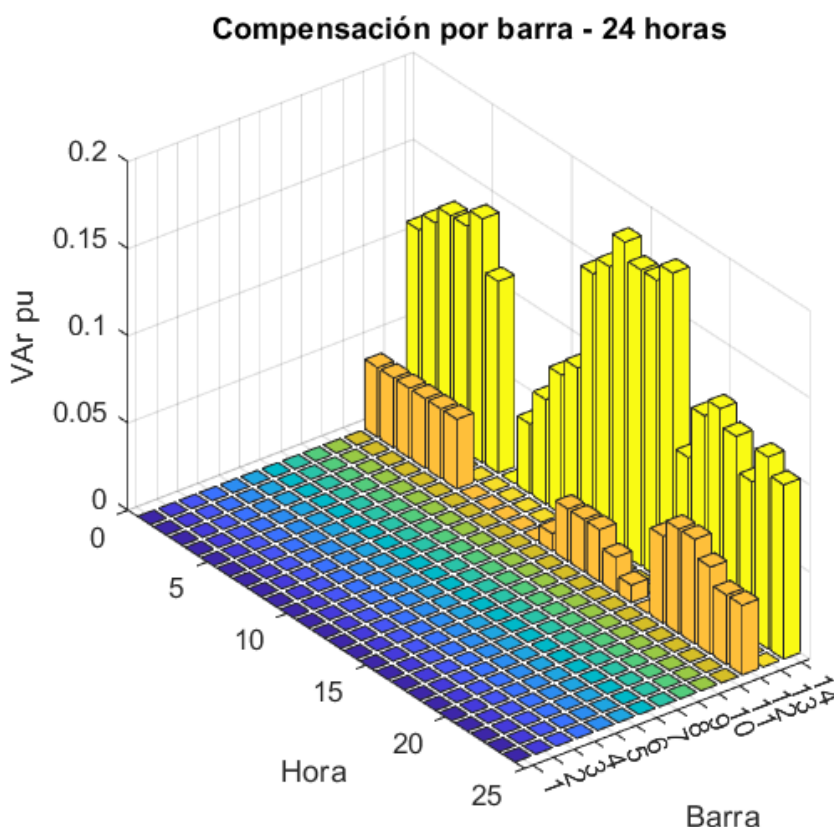
Discusión

Los resultados obtenidos muestran que el método implementado logra un notorio mejoramiento de los perfiles de voltaje a la vez que se reduce las pérdidas por transporte del sistema. Por otro lado, se demuestran que el modelo de optimización implementado adapta su respuesta de forma dinámica ante las distintas condiciones de operación presentes en la red de la EERSA.

La aplicación del modelo de optimización propuesto aplicado a las 24 horas del día permitirá generar un cronograma de conexión y desconexión de los bancos de capacitores en la red de la EERSA. La figura 9 muestra gráficamente los valores horarios de inyección de reactivos requeridos para las barras del sistema. Los resultados demuestran que para la condición base de estudio únicamente se requiere compensación para las barras 12 y 14 de la red de la EERSA

Figura 9

Resultados compensación requerida



La metodología empleada demuestra ser de fácil programación e implementación, sin embargo, el tiempo de ejecución del algoritmo es proporcional al tamaño del sistema analizado e inversamente proporcional al tamaño del paso de VAR a inyectar utilizado.

Por otro lado, es importante notar que el éxito de los resultados al aplicar el método CRITIC depende en gran medida de los criterios utilizados para la evaluación. Esto le permite que pueda ser implementado para todo análisis en el cual se pueda crear un conjunto de eventos, como en el caso de ubicación de equipos de protección para redes de medio voltaje (Zeinalzadeh et al., 2019) cuyo algoritmo de validación podría ser simplificado mediante la técnica utilizada en el este trabajo.

Conclusiones

- Tal como se muestra en el apartado de compensación capacitiva, los criterios heurísticos para la ubicación de las localizaciones a instalar bancos de capacitores acompañados con la técnica estadística CRITIC para el análisis multivariable presentaría una nueva propuesta para la óptima compensación capacitiva en sistemas eléctricos, así como también la solución de diversos problemas de optimización en los que las posibles soluciones puedan ser divididas en escenarios finitos.
- La implementación del análisis estadístico permitirá determinar la correcta capacidad de reactivos a ser inyectados, la cual permitirá lograr la máxima corrección de los perfiles de voltaje sin incrementar las pérdidas por transporte en las líneas de transmisión.
- Se observa que el modelo de optimización para compensación reactiva aplicado al sistema de 69kV de la EERSA presenta muy buenos resultados para el control de local de voltaje, sin embargo, no se aprecian mejoras considerables en cuanto a reducción de pérdidas del sistema.

Conflicto de intereses

Los autores del presente artículo científico de revisión bibliográfica manifiestan que no poseen ningún tipo de conflicto de interés en relación con la presente investigación.

Referencias Bibliográficas

- Abdullahi, H., Reyes-Rubiano, L., Ouelhadj, D., Faulin, J., & Juan, A. A. (2021). Modelling and multi-criteria analysis of the sustainability dimensions for the green vehicle routing problem. *European Journal of Operational Research*, 292(1), 143–154. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2020.10.028>
- Arlenny, A., Zondra, E., & Zulfahri, Z. (2019). Optimization of Capacitor Bank Placement in Electric Network Using Genetic Algorithm. *Journal of Physics: Conference Series*, 1351(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1351/1/012005>

- Bayat, A., & Bagheri, A. (2019). Optimal active and reactive power allocation in distribution networks using a novel heuristic approach. *Applied Energy*, 233–234, 71–85. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2018.10.030>
- Elkhidir, L., Hassan, A., & Khalid, M. (2019). SVC-based controller design via ant colony optimization algorithm. *8th International Conference on Renewable Energy Research and Applications, ICRERA 2019*, 301–308. <https://doi.org/10.1109/ICRERA47325.2019.8996883>
- Kadom, H. F., Hussain, A. N., & Al-Jubori, W. K. S. (2020). Optimal dual design based on capacitor placement and reconfiguration techniques for loss reduction and voltage enhancement. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 745(1), 012003. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/745/1/012003>
- Kamel, S., Mohamed, M., Selim, A., Nasrat, L. S., & Jurado, F. (2019). Power System Voltage Stability Based on Optimal Size and Location of Shunt Capacitor Using Analytical Technique. *2019 10th International Renewable Energy Congress, IREC 2019*. <https://doi.org/10.1109/IREC.2019.8754516>
- Kersting, W. H. (2012). Distribution system modeling and analysis. *Distribution System Modeling and Analysis*, 1–314. <https://doi.org/10.1201/9781315222424-27/DISTRIBUTION-SYSTEM-MODELING-ANALYSIS-WILLIAM-KERSTING>
- Lakra, N. S., Prakash, P., & Jha, R. C. (2017). Power quality improvement of distribution system by reactive power compensation. *International Conference on Power and Embedded Drive Control, ICPEDC 2017*, 415–420. <https://doi.org/10.1109/ICPEDC.2017.8081125>
- Lamas, M. I., Castro-Santos, L., & Rodriguez, C. G. (2020). Optimization of a Multiple Injection System in a Marine Diesel Engine through a Multiple-Criteria Decision-Making Approach. *Journal of Marine Science and Engineering 2020, Vol. 8, Page 946*, 8(11), 946. <https://doi.org/10.3390/JMSE8110946>
- Li, Q., & Yin, H. (2019). Research on reactive power compensation capacity allocation scheme of 110kV substation. *Proceedings of 2019 IEEE 2nd International Conference on Automation, Electronics and Electrical Engineering, AUTEEE 2019*, 241–244. <https://doi.org/10.1109/AUTEEE48671.2019.9033289>
- Li, X., Wang, Y., Li, N., Han, M., Tang, Y., & Liu, F. (2017). Optimal fractional order PID controller design for automatic voltage regulator system based on reference model using particle swarm optimization. *International Journal of Machine Learning and Cybernetics*, 8(5), 1595–1605. <https://doi.org/10.1007/S13042-016->

0530-2/METRICS

- Okon, T., & Wilkosz, K. (2018). Diagnostics of Reactive Power Flow in a Power Network. *2018 International Conference on Diagnostics in Electrical Engineering, Diagnostika 2018*. <https://doi.org/10.1109/DIAGNOSTIKA.2018.8526090>
- Ramadan, H. S., Bendary, A. F., & Nagy, S. (2017). Particle swarm optimization algorithm for capacitor allocation problem in distribution systems with wind turbine generators. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 84, 143–152. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2016.04.041>
- Yepes Piqueras, V. (2022, January). *Método CRITIC de toma de decisión multicriterio*. Poli blogs. Universidad Politécnica de Valencia. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2022/01/13/metodo-critic-de-toma-de-decision-multicriterio/>
- Zeinalzadeh, A., Estebarsari, A., & Bahmanyar, A. (2019). Multi-Objective Optimal Placement of Recloser and Sectionalized in Electricity Distribution Feeders. *Proceedings - 2019 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2019 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe, IEEEIC/I and CPS Europe 2019*. <https://doi.org/10.1109/EEEIC.2019.8783430>

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**.







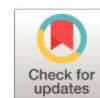
Indexaciones



La rentabilidad y el comercio electrónico en las PYMES en el Ecuador. Caso emprendimientos en empresas de alimentos y bebidas

Profitability and electronic commerce in SMEs in Ecuador. Case of ventures in food and beverage companies

- ¹ Gabith Miriam Quispe Fernández  <https://orcid.org/0000-0002-7485-3669>
Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, Riobamba- Ecuador
gquispe@unach.edu.ec
- ² Otto Eulogio Arellano Cepeda  <https://orcid.org/0000-0001-9580-1625>
Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, Riobamba- Ecuador
oarellano@unach.edu.ec
- ³ Edgar Aníbal Rodríguez  <https://orcid.org/0000-0002-8727-5394>
Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, Riobamba- Ecuador
earodriguez@unach.edu.ec
- ⁴ Jorge Fernando Cruz Parra  <https://orcid.org/0000-0002-1578-3541>
Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ciencias Políticas y Administrativas, Riobamba- Ecuador
fercruz2@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/12/2022

Revisado: 15/01/2023

Aceptado: 17/02/2023

Publicado: 05/04/2023

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i2.2541>

Cítese:

Quispe Fernández, G. M., Arellano Cepeda, O. E., Rodríguez, E. A., & Cruz Parra, J. F. (2023). La rentabilidad y el comercio electrónico en las PYMES en el Ecuador. Caso emprendimientos en empresas de alimentos y bebidas. *Ciencia Digital*, 7(2), 82-94. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v7i2.2541>



CIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinaria, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://cienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

Palabras**claves:**

Comercio electrónico, rentabilidad, Pymes, indicadores financieros, Empresas.

Keywords:

Electronic commerce, profitability, Pymes, financial indicators, companies.

Resumen

Introducción: El comercio electrónico se ha convertido en una herramienta fundamental que mueve una gran parte de la economía mundial, estando presente en gestión de todo tipo de empresas.

Objetivos: El objetivo de la investigación fue determinar el efecto del comercio electrónico en la rentabilidad de la Pymes en el Ecuador.

Metodología: Se utilizó el método deductivo con un enfoque cuantitativo y un nivel de investigación descriptivo. Se aplicó como instrumento de recogida de información el cuestionario e información documental de los estados financieros de una población de 81 Pymes ubicadas en la provincia de Tungurahua cantón Ambato.

Resultados: Los resultados muestran que las empresas utilizan siempre el comercio electrónico; las empresas obtuvieron un incremento en las ventas al utilizar el comercio electrónico; las Pymes del sector de alimentos y bebidas incrementaron sus ventas durante la pandemia Covid-19.

Conclusiones: Se concluye que el comercio electrónico incide en la rentabilidad de las empresas de alimentos y bebidas de las Pymes en épocas de pandemia y que la probabilidad de mantener esta situación es alta.

Área de estudio: Gestión Socioeconómica, Contable, Tributaria y Laboral.

Abstract

Introduction: Electronic commerce has become a fundamental tool that moves a large part of the world economy, being present in the management of all types of companies.

Objective: The objective of the research was to determine the effect of electronic commerce on the profitability of Pies in Ecuador.

Methodology: The deductive method was used with a quantitative approach and a descriptive research level. The questionnaire and documentary information of the financial statements of a population of 81 Pies located in the province of Tungurahua canton Ambato were applied as an instrument for collecting information.

Results: The results show that companies always use electronic commerce; companies obtained an increase in sales by using electronic commerce; Pies in the food and beverage sector increased their sales during the Covid-19 pandemic.

Conclusion: It is concluded that electronic commerce affects the profitability of food and beverage companies of Pies in times of pandemic and that the probability of maintaining this situation is high.

Introducción

El comercio electrónico se ha convertido en un modelo de negocios que mueve una gran parte de la economía mundial, está presente en gestión de todo tipo de empresas; uno de los factores que ha impulsado al crecimiento de este tipo de comercio es la globalización considerando que su vertiginosa competitividad y la rapidez para concretar negocios han impulsado el desarrollo de este, modificando la forma de vender y comprar productos o servicios utilizando el Internet.

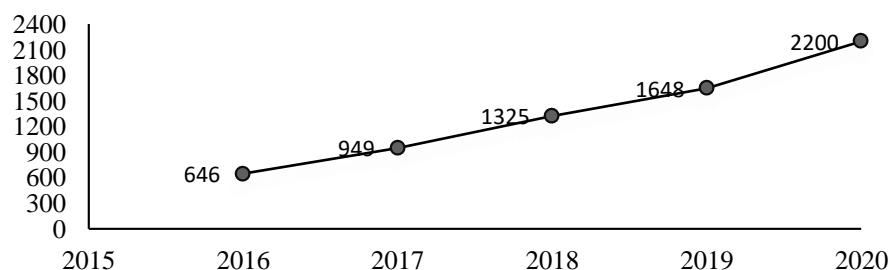
El comercio electrónico ha experimentado una significativa evolución, dejando de ser un simple catálogo de productos o servicios plasmados en una página estática, a convertirse en un medio eficaz para realizar negocios; es así como según lo publicado por Global B2C E- commerce 2019, este tipo de comercialización generó “más de USD 2 trillones. Asia captó un 44%, mientras que, entre Europa, 26% y Norteamérica el 26%. Sudamérica muestra un 2%. Sin embargo, este 2020, evidencia una mayor captación, estimándose USD 4 trillones y para el 2027 se estima USD 7.9 trillones. En cuanto a América Latina, el crecimiento se ha duplicado con respecto al 2019”.

Lo antes citado demuestran que la cultura del *e-business* ha tomado más fuerza debido a las ventajas que ofrece como la fácil accesibilidad, agilidad, facilidades para pagar, horarios ilimitados, cero aglomeraciones y optimización del tiempo; además la posibilidad de vender a un mercado local, nacional e internacional.

En el Ecuador el número de usuarios y la demanda de productos y servicios a través de la utilización de canales de comercio electrónico creció de manera impresionante y se ha incrementado en la últimos años, las empresas y los consumidores se digitalizaron como lo manifiesta Ganoa et al. (2022), especialmente en la emergencia sanitaria COVID-19, el número de transacciones por *ecommerce* en el año 2019 fue de 2.61 millones en portales nacionales y de 21.77 millones en portales internacionales (p. 1483), frente a las estadísticas registradas en años anteriores según información de la Cámara Ecuatoriana de Comercio Electrónico (CECE, 2019 – 2020), la población en la actualidad tiene mayor acceso a dispositivos móviles inteligentes, con estos medios se logró incrementar el número de clientes de los servicios de alimentación especialmente de grandes marcas con presencia nacional e internacional (Chica & Navas, 2022, p. 5), destacando que las empresas de alimentos y bebidas son industrias que se encuentran dentro del sector manufacturero, consideradas en su gran mayoría como Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) y que están dedicadas a desarrollar actividades de la cadena alimentaria en cuanto al consumo humano y animal, han mantenido en el tiempo un tipo de comercialización presencial, pero por las restricciones implementadas por la emergencia sanitaria COVID-19 que atravieso el mundo y el país, desde el año 2019 se han visto obligadas a utilizar el comercio electrónico como modelo de negocios representado en la categoría de servicios en comida y restaurante el 84% como medio principal para la venta

de sus productos y evitar así su quiebra. Manifiesta Quispe & Padilla (2017), las empresas son unidades de producción, que impulsan y buscan la innovación tecnológica, implementado nuevos sistemas automatizados y tecnológicos que ayuden al crecimiento empresarial (p. 81).

Según datos estadísticos de la Cámara Ecuatoriana de Comercio Electrónico (CECE, 2019-2020), se puede observar que las ventas del comercio electrónico alcanzaron en el año 2020 USD 2200 millones superior a USD 1648 del 2019 (figura 1). lo que quiere decir que en el sector de alimentos y bebidas hubo una gran demanda reflejada en el mayor número de ventas a causa del confinamiento por el COVID-19.

Figura 1*Ventas de Comercio Electrónico*

Fuente: Cámara Ecuatoriana de Comercio Electrónico (CECE, 2019 -2020)

Con estos antecedentes la investigación parte preguntando ¿La rentabilidad es un efecto del comercio electrónico en las empresas de alimento y bebidas en la PYMES en el Ecuador? Para ello se planteó como objetivo determinar el efecto del comercio electrónico en la rentabilidad de la PYMES en el Ecuador y se buscó demostrar que el comercio electrónico incide en la rentabilidad de las empresas de alimentos y bebidas de las PYMES en épocas de pandemia y que la probabilidad de mantener esta situación es alta, esto obedece a una revisión bibliográfica donde los estudios realizados por Figueroa (2015), muestran la relación que existe entre el comercio electrónico y la rentabilidad, por otro lado Hernández et al. (2018), estudian la incorporación del comercio electrónico como una herramienta funcional.

El comercio electrónico en el Ecuador esta normado por la Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos (2002), que fue publicada en el Registro Oficial 557-S de 17 de abril de 2002, su última Reforma se publicó en el Quinto Suplemento del Registro Oficial 525, 27-VIII-2021, esta ley tiene como objeto “esta ley regula los mensajes de datos, la firma electrónica, los servicios de certificación, la contratación

electrónica y telemática, la prestación de servicios electrónicos, a través de redes de información, incluido el comercio electrónico y la protección a los usuarios de estos sistemas” (art. 1).

Esta ley promueve y protege el comercio electrónico para que no sea utilizado como una herramienta para el comercio ilícito, así como limita la elusión tributaria, además establece el cumplimiento de las transacciones mercantiles, financieras que se realicen mediante la mensajes de datos o con el uso de redes electrónicas, y tendrá el misma valor y efectos jurídicos, así como también el usuario o consumidor debe ser informado de sus derechos, obligaciones y puede expresar su libre consentimiento para aceptar los documentos electrónicos. A demás existen otras normativas que regulan la actividad alimentaria.

La importancia del comercio electrónico en el desarrollo empresarial ha evolucionado favorablemente trascendiendo de tal manera que ha impulsado su análisis de evolución. Figueroa (2015), realiza un análisis para determinar la relación del uso de comercio electrónico en la rentabilidad de las Pymes del sector comercial de Durango Capital (p. 18), de igual forma Hernández et al. (2018), estudia sobre las formas en que las PYMES mexicanas incorporan de manera positiva o negativa el comercio electrónico o compraventa en línea como herramienta funcional (p. 271), así también Zambrano et al. (2021), realizan un análisis de los informes de la Cámara Ecuatoriana de Comercio Electrónico (CECE), en el marco de la pandemia covid-19 (p. 14), de igual forma Mendoza & Ávila (2017) realizan un estudio para analizar la evolución del comercio electrónico “en línea” en el Ecuador (p. 281), de la misma manera algunos autores como Chávez (2016), analiza de manera documental el comercio electrónico y su perspectiva en el mercado ecuatoriano (p. 91). Heredia & Villarreal (2022), analiza la perspectiva del comercio electrónico durante la última década en Ecuador que tiene un crecimiento exponencial (p. 1), Esparza (2017) realiza un análisis cómo ha evolucionado desde que apareció hasta los tiempos actuales (p. 31). Guerrero et al. (2021), estudian la incidencia del comercio electrónico en las micro, pequeñas y medianas empresas exportadoras de la provincia de El Oro, utilizando un modelo de aceptación de tecnologías (TAM) (p. 15). Mogrovejo & Cabrera (2022), analizan la importancia del marketing digital empresarial en el Ecuador tras la crisis sanitaria (p. 226). El comercio electrónico juega un papel importante en el desarrollo económico (Mieles et al., 2018), todos estos autores buscan fundamentan la importancia del comercio electrónico en el desarrollo económico del Ecuador por parte del sector empresarial; consideran además, que este tipo de comercio se convirtió en elemento fundamental en la compra y venta de productos y servicios en épocas de pandemia donde el congelamiento de las personas impidió que estas acudan a los sitios de expendio para adquirir sus productos por el peligro existente de contagio.

Metodología

La investigación considero el método deductivo con un enfoque cuantitativo y un nivel de investigación descriptivo. Como población se tiene alrededor de 81 PYMES ubicadas en la provincia de Tungurahua cantón Ambato, los cuales fueron considerados para el estudio se aplicó los instrumentos de recogida de información al total de empresas como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1

Población de empresas de alimentos y bebidas de las pymes de Ambato

Tipos de Empresas	Nº de Empresas
Azúcares y Derivados	2
Bebidas Alcohólicas y no Alcohólicas	8
Carnes y Derivados, Bebidas Alcohólicas y no Alcohólicas	15
Cereales y Derivados/Cacao y Derivados/Lácteos y Derivados/Frutas y Derivados/Café, Té y sus Derivados	23
Lácteos y Derivados, Bebidas no Alcohólicas	27
Otros Vegetales Procesados	1
Productos de la Pesca y Derivados	1
Productos de Molinería y de Malta	1
Salsas, Aderezos, Especias y Condimentos	1
Vegetales Procesados	1
Vegetales y Derivados; Frutas y Derivados	1
Total	81

Fuente: Figueroa (2015)

Resultados

Los resultados de la investigación se presentan considerando los índices de financieros como la rentabilidad económica, rentabilidad financiera, rentabilidad neta de activo, margen bruto, margen operacional, margen neto y rentabilidad operacional del patrimonio que a continuación se detallan:

Rentabilidad Económica: los resultados muestran que las empresas obtienen una utilidad de 1,19 dólares por cada dólar invertido en recursos propios, dicho de otra manera, un 119%, por lo que quiere decir que las empresas tienen una capacidad financiera para realizar inversiones.

$$RE = \frac{\$299.001.816,78}{\$250.916.597,69}$$

$$\text{Rentabilidad Económica} = \$1,19 \quad (1)$$

Rentabilidad Financiera: se puede considerar que las PYMES por cada dólar que invierten obtienen una utilidad neta de 0,12 centavos de dólar, que reflejado en porcentaje representa el 12,4% dando posibilidad de ampliar o maximizar el patrimonio del sector.

$$RF = \frac{\$ 23.966.436,19}{\$ 193.716.956,30} \quad \text{Rentabilidad Financiera} = 0,12 \text{ centavos de dólar} \quad (2)$$

Rentabilidad neta del activo (Dupont): Este sector empresarial tiene una rentabilidad neta del activo de 0,12 centavos de dólar, representando un 12,4%, lo que implica que las empresas tienen activos suficientes para generar utilidades, indistintamente en función al financiado, ya sea con deuda o patrimonio.

$$RNA = \frac{\$ 23.966.436,19}{\$302.084.229,80} \times \frac{\$302.084.229,77}{\$250.916.597,69} \times \frac{\$250.916.597,69}{\$ 193.716.956,29} \quad (3)$$

$$RNA = 0,079 * 1,20 * 1,29 \quad \text{Rentabilidad neta del activo} = 0,12 \text{ centavos de dólar}$$

Margen Bruto: las ventas netas generaron el 3,8% de margen bruto, lo que significa que por cada dólar de ventas el margen bruto corresponde a 0,038 centavos de dólar antes de cubrir gastos de administración, ventas, costos de financiación, impuestos, etc.

$$MB = \frac{\$117.280.85,68}{\$302.084.229,77} \quad \text{Margen Bruto} = 0,038 \text{ centavos de dólar} \quad (4)$$

Margen Operacional: la utilidad operacional de la PYMES correspondiente a 0,048 centavos de dólar, que representan un 4,8% de utilidad basado en el costo de las ventas y los gastos operacionales de administración y ventas.

$$MO = \frac{\$ 12.328.305,25}{\$ 302.084.229,77} \quad MO = 0,048 \text{ centavos de dólar} \quad (5)$$

Margen Neto: la utilidad que se registra es de 0,079 centavos de dólar por cada unidad, es decir un 7,9%, demostrándose que existe probabilidad de que las empresas puedan transformar sus ingresos en beneficios propios.

$$MN = \frac{\$ 23.966.436,19}{\$ 302.084.229,77} \quad \text{Margen Neto} = 0,079 \text{ centavos de dólar} \quad (6)$$

Rentabilidad Operacional del Patrimonio: los resultados señalan que por cada dólar las empresas han obtenido una rentabilidad operacional del patrimonio de 0,064 centavos de dólar que se considera como rendimiento sobre su inversión del 6,4%.

$$ROP = \frac{\$ 12.328.305,25}{\$ 193.716.956,29} \quad (7)$$

$$\text{Rentabilidad Operacional del Patrimonio} = 0,064 \text{ centavos de dólar}$$

Discusión

Los estudios realizados por Figueroa (2015), muestran la relación que existe entre el comercio electrónico y la rentabilidad porque concluyen en su investigación que “existe una relación entre el comercio electrónico y la rentabilidad porque es una herramienta en la cual las empresas se apoyan para generar beneficios” (p. 18), del mismo modo Hernández et al. (2018), concluye señalando que los portales digitales destinadas a las

transacciones comerciales son muy importantes para el desarrollo y crecimiento de las organizaciones en este mundo globalizado” (p. 271), y que se puede aplicar tanto en clientes y las empresas (Zambrano et al., 2021, p. 13), por otro lado el comercio electrónico no tiene fronteras (Chávez, 2016), lo que significa que las empresas deben adaptarse a las oportunidades de utilizar este medio de comercio.

En el caso de la presente investigación los resultados corroboran los estudios realizados por los autores mencionados porque los distintos indicadores financieros muestran que las empresas al utilizar el comercio electrónico lograron incrementar sus ventas como se presentan en la tabla 2.

Tabla 2

Resultados del efecto del uso del comercio electrónico en la rentabilidad

Utilización del Comercio Electrónico	Frecuencia	Porcentaje
Siempre	39	56,52%
Rara Vez	28	40,58%
Nunca	2	2,90%
Total	69	100%
Porcentaje de Ventas del Comercio Electrónico	Frecuencia	Porcentaje
0-20%	12	17,39%
21% al 40%	14	20,29%
41% al 60%	27	39,13%
Más del 61%	16	23,19%
Total	69	100%
Incremento de Ventas en Tiempo de Pandemia	Frecuencia	Porcentaje
Si	67	97,10%
No	2	2,90%
Total	69	100%

Nota: Encuesta dirigida a las empresas de alimentos y bebidas de Ambato, 2020

De esta forma se concluye que el 56.52% de empresas utilizan siempre el comercio electrónico y el 40.58% rara vez, lo que se significa que por la pandemia del COVID-19 las empresas utilizaron el comercio electrónico como una herramienta estratégica para incrementar las ventas. Así Heredia & Villarreal (2022), concluye su estudio señalando que en la década de análisis se observó una tendencia de crecimiento del año 2010 al 2020, sin embargo, en los años 2014 y 2017 se presentaron declives debido a las restricciones impuestas por los gobiernos en turno correspondientes (p. 6). La llegada del COVID-19 impulsó de manera forzada las transacciones referentes al comercio electrónico en Ecuador.

El 39.13% de las empresas obtuvieron incremento en las ventas al utilizar el comercio electrónico entre el 41% al 60% del total de estas, lo que quiere decir que un alto porcentaje de empresas realizó sus ventas a través de esta herramienta informática. El 97.10% de las Pymes sector de alimentos y bebidas incrementaron sus ventas durante la

pandemia Covid-19. Esto es explicado por la intervención del estado y la inversión extranjera ya que genera ingresos (Mendoza & Ávila, 2017, p. 293). Por otra parte interviene el tiempo en la compra (Esparza, 2017, p. 32), y los métodos de marketing empleados (Mogrovejo & Cabrera, 2022, p. 226).

De esta forma se verifica que el comercio electrónico incide en la rentabilidad de las empresas de alimentos y bebidas de las PYMES en épocas de pandemia y que la probabilidad de mantener esta situación es alta. Por tanto tiene un efecto positivo para las empresas de comercio electrónico como también lo menciona Guerrero et al. (2021), que este tipo de comercio tiene un efecto positivo que tienen las herramientas tecnológicas empleadas al comercio electrónico para potenciar la expansión hacia el mercado internacional (p. 15).

De esta forma el comercio electrónico sin duda alguna ha marcado y seguirá marcando una nueva e innovadora forma de hacer comercio a nivel mundial. Es por esto por lo que una de sus características es el gran alcance que tiene a nivel global, además los métodos de marketing empleadas durante la pandemia son una tendencia para la etapa de postpandemia.

Para dar cumplimiento al objetivo planteado en la investigación que fue determinar el efecto del comercio electrónico en la rentabilidad de la PYMES en el Ecuador y así poder demostrar que el comercio electrónico incidió en la rentabilidad de las empresas de alimentos y bebidas de las PYMES en épocas de pandemia, se desarrolló una encuesta; los resultados mostraron que el 97,2% de las empresas que utilizaron el comercio electrónico incrementaron su ventas en promedio entre el 41% a 60%, lo que incremento la rentabilidad en un 0,12% (índice de rentabilidad). Esto se dio, debido a la utilización del comercio electrónico como herramienta de adaptación tecnológica en época de pandemia que hasta la fecha se viene utilizando, en distintos segmentos de mercados. Asimismo, los medios utilizados como medio de pago utilizado por los clientes fueron las transferencias bancarias, tarjetas de débito, y crédito.

La interpretación de datos se realizó a los resultados utilizando indicadores financieros los cuáles permitieron medir la rentabilidad de las empresas de alimentos y bebidas, entre los indicadores que se aplicaron, rentabilidad económica, rentabilidad financiera, rentabilidad neta del activo, margen bruto, margen operacional, margen neto, rentabilidad operacional de patrimonio.

Conclusiones

- Se verifica que el comercio electrónico incide en la rentabilidad de las empresas de alimentos y bebidas de las PYMES en épocas de pandemia y que la probabilidad de mantener esta situación es alta; Por tanto, tiene un efecto positivo

para las empresas que utilizan las herramientas de *ecommerce*, tecnológicas y digitales para implementar tiendas online, desarrollar el *marketing* digital y sus diversas formas de mercantilizar los productos y servicios para potenciar la expansión hacia el mercado, local, nacional e internacional.

- El comercio electrónico sin duda alguna ha marcado y seguirá marcando una nueva e innovadora forma de hacer comercio a nivel mundial. Es por esto, que una de sus características es el gran alcance que tiene a nivel global, además los métodos de marketing empleadas durante la pandemia son una tendencia para la etapa de postpandemia.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de interés entre los autores

Referencias Bibliográficas

- Cámara Ecuatoriana de Comercio Electrónico [CECE]. (2019-2020). *Estudio de Comportamiento de transacciones no presenciales en Ecuador*. <https://cece.ec/chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://cece.ec/wp-content/uploads/2021/04/PresentacionMedicionEcommerce2020-UEES-04MAYO2020.pdf>
- Chávez Martínez, J. (2016). Uso de las redes educativas en la educación superior. Un caso específico. *ComHumanitas: Revista Científica de Comunicación*, 6(1), 82-96. <https://www.comhumanitas.org/index.php/comhumanitas/article/view/20158>
- Chica Cepeda, R., & Navas Moscoso, F. (2022). Comercio electrónico en los establecimientos gastronómicos de la ciudad de Bahía de Caráquez - Ecuador, periodo 2020-2021. *Revista Zigma*, 09(02), 1-11. <http://dx.doi.org/10.241133/sigma.v9i02.2826>
- Esparza, N. K. (2017, junio 01). El Comercio Electrónico en el Ecuador. *Journal Of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, E-ISSN: 2528-8083, 2(6), 29-32. <file:///D:/Descargas/Dialnet-ElComercioElectronicoEnElEcuador-6118733-1.pdf>
- Figuroa, E. G. (2015). Rentabilidad y uso de comercio electrónico en las micro, pequeñas y medianas empresas del sector comercial. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 6(11), 285-308. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5237234>
- Ganoa Chanalata, M. J., Espinoza Camacho, G. E., & Aguilar Ordoñez, L. R. (2022 agosto 15). Incidencia del e-commerce en el desarrollo económico de las

- MiPymes en la Provincia de el Oro. *Polo del Conocimiento*, 7(8), 1479 - 1494.
DOI: 10.23857/pc.v7i8
- Guerrero, A. E., Jiménez, E. J., Benítez, F. V., & Carmenate, L. P. (mayo - agosto de 2021). Incidencia del comercio electrónico en las micro, pequeñas y medianas empresas exportadoras de la Provincia de El Oro, Ecuador. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, VII(2), 15-28.
<http://45.238.216.13/ojs/index.php/mikarimin/article/view/2436/1771>
- Heredia Pincay, D. E., & Villarreal Santana, F. L. (2022, enero - junio). El comercio electrónico y su perspectiva en el mercado ecuatoriano. *Revista ComHumanitas*, 12(1), 1-33. doi:<https://doi.org/10.31207/rch.v13i1.333>
- Hernández Mendoza, S. L., Hernández Mendoza, J. M., & Olguín Guzmán, E. (2018 Julio - diciembre). Comercio electrónico como herramienta complementaria en las Pymes en México. *Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, II (18), 245-273.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6840742>
- Ley de Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas y Mensajes de Datos. (2002). *Ley De Comercio Electrónico, Firmas Electrónicas Y Mensajes De Datos*. Registro Oficial 557-S de 17 de abril de 2002, su última Reforma se publicó en el Quinto Suplemento del Registro Oficial 525, 27-VIII-2021. chrome-extension://efaidnbmnribpcajpcglclefindmkaj/https://derechoecuador.com/uploads/content/2021/03/file_1616696946_1616696956.pdf
- Mendoza Vera, A., & Ávila Ramírez, P. (2017). El comercio electrónico y su evolución en el Ecuador. *II Congreso Internacional virtual sobre Desafíos de las Empresas del siglo XXI*, 280-293. II Congreso Internacional virtual sobre Desafíos de las Empresas del siglo XXI: <https://www.eumed.net/libros-gratis/actas/2017/empresas/25-comercio-electronico.pdf>
- Mieles Loor, J. L., Albán Navarro, A. D., Valdospin De Lucca, J. B., & Vera Gonzabay, D. E. (2018, diciembre). E-commerce: un factor fundamental para el desarrollo empresarial en el Ecuador. *Revista Científica Ecociencia* (Edición especial), 1-17. file:///C:/Users/Otto%20Arellano/Downloads/156-Texto%20del%20art%20C3%ADculo-247-1-10-20190815%20(1).pdf
- Mogrovejo, A., Cabrera, C. (2022, mayo 01). Marketing digital en el Ecuador tras la crisis sanitaria de la Covid-19. *Revista científica Sociedad & Tecnología*, 5(2), 226-240. Doi: <https://doi.org/10.51247/st.v5i2.209>

Quispe Otacoma, A. L., & Padilla Martínez, M. P. (2017 julio - septiembre). Los recursos empresariales de las pequeñas y medianas empresas comerciales (Pymes) de la ciudad de Ambato. *Ciencia Digital*, 1(2), 76-89.
<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/59>

Zambrano Velasco, B., Castellanos Espinoza, E. B., & Miranda Guatumillo, M. A. (2021). El E-Commerce en las empresas ecuatorianas: Un análisis de los informes de la Cámara Ecuatoriana de Comercio Electrónico (CECE) en el marco de la pandemia covid-19. *Revista Publicando*, 8(29), 13-20.
<https://doi.org/10.51528/rp.vol8.id2176>

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**.



Indexaciones

