

Determinación del potencial energético del pigüe (Piptocoma Discolor) en la amazonía ecuatoriana.

Determination of the pigüe (Piptocoma Discolor) energetic potential in the Ecuadorian Amazon.

Juan Elías González.¹, Campo Morillo Robles.², Janneth García³, Janeth Cárdenas⁴, & Deny Oliva⁵

Recibido: 29-10-2018 / Revisado: 1-12-2018 / Aceptado: 20-12-2018 / Publicado: 05-01-2019

ABSTRACT

DOI: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i1.287>

Three methods were used to know the real value of caloric power, considering the margins of errors that are committed at the moment of calculating it, either by the method of bromatological analysis, or proximal. For the bromatological analysis, and as a standard the calorimetric pump, with results of 19.66% error, with a reliability margin of 80.34%. It was therefore important to apply the three methods and correct the errors using mathematical models. The analysis of the fiber was taken into account to readjust the calorimetric formula and the constant to obtain reliable values of 98.7% and with a margin of error of 1.3%. According to the theory of real errors, in relation to the data obtained from the calorimeter was 19.07 (MJ / kg) as energetic potential of the Pigüe, the other method was the proximal analysis, obtaining a margin of error superior of 5,19 % and with a reliability of 94.81%. By means of a mathematical modeling for fixed and volatile carbon, where the constant was adjusted and adjusted through the integral formula, we obtained 99.9% reliable results for the calorific value in wood biomass for energetic purposes for the Pigüe (*Pollalesta discolor*) in the Amazon region of Ecuador.

Keywords: Caloric power, biomass, Pigüe and energy.

RESUMEN

Se utilizaron tres métodos para conocer el valor real del poder calórico, considerando los márgenes de errores que se cometen al momento de calcularlo, ya sea mediante el método de análisis bromatológico, o proximal. Para el análisis bromatológico, y como patrón la bomba calorimétrica, con resultados del 19,66% de error, con un margen de

¹ Universidad Estatal Amazónica. Carrera de Agroindustrias, Pastaza, Ecuador, jgonzalez@uea.edu.ec

² Universidad Estatal Amazónica. Carrera de Agroindustrial. Pastaza, Ecuador, cmorillo@uea.edu.ec

³ Universidad Estatal Amazónica. Carrera de Agroindustrias. Pastaza, Ecuador, jgarcia@uea.edu.ec

⁴ Universidad Estatal Amazónica. Carrera de Agroindustrias. Pastaza, Ecuador, janedur2009@gmail.com

⁵ Universidad Tecnológica de la Habana CUJAE, La Habana, Cuba. deny@ceter.cujae.edu.cu

confiabilidad del 80,34%. Por ello fue importante aplicar los tres métodos y corregir los errores mediante modelos matemáticos. Se tomó en cuenta el análisis de la fibra para reajustar la fórmula calorimétrica y la constante para lograr valores confiables del 98,7% y con un margen de error del 1,3%. Según la teoría de los errores reales, en relación a los datos obtenidos del calorímetro fue de 19,07 (MJ/kg) como potencial energético del Pigüe, el otro método fue el análisis proximal, obteniendo un margen de error superior de 5,19% y con una confiabilidad del 94,81%. Mediante modelación matemática planteado para carbonos fijos y volátiles, donde fue modificada la constante y ajustada a través de la fórmula de integrales, se obtuvieron resultados confiables del 99,9% para el poder calorífico en biomásas maderables con fines energéticos para el Pigüe (*Pollalesta discolor*) en la región Amazónica del Ecuador.

Palabras clave: Poder calórico, biomasa, Pigüe y energía.

INTRODUCCIÓN

La madera como combustible se remonta desde la prehistoria del hombre, donde descubrió el fuego que servía para usos domésticos. Sin embargo, en la actualidad los altos costos del petróleo han obligado a muchos países a buscar la sustitución de las fuentes energéticas de materiales lignocelulósicos, del recurso maderable para la producción de energía (Manuel & Castillo, 2015).

La biomasa vegetal es una alternativa para la producción de energía a nivel mundial. La conversión de los residuos en forma de energía requiere la aplicación tecnológica acorde a las fuentes renovables de energía a través de procesos bioquímicos, térmicos y físico químicos para los usos de generación eléctrica (Patiño Martínez, 2014)

Las alternativas para calcular el potencial energético, como el método bromatológico, para las fuentes renovables de energía, en la determinación del poder calorífico de las siguientes biomásas vegetales: cascara, fibra, almendras, afrechos, cascarilla de café y bagazo de caña, en lo referente al poder calorífico utilizaron una bomba calorimétrica, según la Norma DIN 51900 (Gómez Alexander, Rincón, & Wiest, 2004),

Para el análisis del poder calórico superior del carbón en once especies forestales según (Rivera & Uceda, 2004), utilizaron un calorímetro adiabático, este fue el método empleado con frecuencia para la determinación del calor en la combustión de un material orgánico de las especies forestales Peruanas. El estudio de comparación de la biomasa peletizada, en el cual destaca la relación entre la humedad y el poder calorífico, según la necesidad del sistema de pretratamiento de secado de acuerdo con la tecnología de transformación energética utilizada (Pantoja-Bucheli & Guerrero-Ordoñez, oct. 2016).

La evaluación del poder calorífico superior de la biomasa vegetal, mediante la bomba calorimétrica, presentó problemas de calibración, por este motivo se utilizaron soluciones químicas. Las pastillas de la muestra deben contener un peso menor a un gramo, se debe conocer las correcciones con azufre y ácido nítrico, este trabajo se basa en el estudio factorial, que provocan las variaciones y la determinación de valor exacto del poder calorífico superior en muestras vegetales para su valoración (Suarez, Castro, & Maseda, 1999).

Otro método a través de la composición química del porcentaje del material volátil y carbono fijo que aplicaron las ecuaciones para la determinación del valor calórico que está basado en valores del análisis próximo (Márquez-Montesino, Carbollo-Abreu, Álvarez-Olivera, & Castillo-Ramos, 2009).

El método que han utilizado otros investigadores en cuatro especies forestales, *Acacia mearnsii* De Willd., *Eucalyptus grandis* Hill, *Mimosa scabrella* Benth. y *Ateleia glazioviana* Baill; para el ajuste del poder calorífico superior (PCS) de la madera, utilizamos ecuaciones de regresión, en función de su contenido de material volátil (CMV), cenizas (CC), carbono (CCF) y materia orgánica (CMO). Porque presenta coeficientes de determinación, de ajustes superiores al 82%, el error estándar de estimación 1.1% y distribución adecuada de residuos. Las ecuaciones que implican CMV para *A. mearnsii*, CC para *E. grandis* y *A. glazioviana*, y los elementos del análisis proximal para *M. scabrella*, son tan adecuadas para estimar el PCS como las ecuaciones que incluyen más variables independientes (Silva, y otros, 2014).

En vista que en la actualidad pocas son las instituciones de educación superior que cuenta con equipos especializados para análisis calorimétricos de las biomásas forestales, fundamentalmente para la determinación del potencial energético, esto conlleva a que se busque alternativas de métodos matemáticos que permitan la determinación del poder calórico de las especies forestales, sin embargo la mayor parte de estas instituciones cuenta con laboratorios de bromatología para análisis de alimentos, y cometen errores aproximados entre el 15 y el 17,52%, (Fonseca, 2011).

Según lo expuesto anteriormente se consideró la investigación del Pigüe, a través de la determinación de su potencial energético, aplicar los tres métodos experimentales. El primero con bromatología de alimentos, segundo con análisis calorimetría proximal y el tercero con la bomba calorimétrica para evaluar las diferencias y llegar al valor real del calorímetro como equipo especializado para este propósito, en base a todos estos elementos se plantearán la teoría de errores propia y del cálculo diferencial para especies forestales.

Metodología.

Área de estudio y diseño experimental

Se utilizó el muestreo por estratificación o sistemático, que permitió clasificar en unidades homogéneas las áreas del bosque de Pigüe, y reducir la variabilidad en los árboles. Y fue

seleccionado las siguientes zonas de vegetación de Pigüe: el Cantón Pastaza, el bosque secundario de la Parroquia Rural de Canelos; el Cantón Mera, el bosque de la Parroquia Shell; en el Cantón Arajuno, el bosque de la zona norte de este sector; y del Cantón Santa Clara, el bosque de la comunidad Shuar.



Figura 1. Ubicación de las fincas donde se realizó el levantamiento de los datos de campo y características meteorológicas de los Cantones estudiados Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Quito – Ecuador 2015.

El tamaño de las parcelas se realizó de acuerdo con el principio de (Akca, 1993), en donde contaban con 15 y 20 árboles (Murillo, 2004). Y su densidad de producción, o la intensidad del muestreo, fue de cuatro parcelas por hectárea, con un área de 400 m² (Spitler, 1995).

Los materiales y elementos utilizados, fue un mapa, para la ubicación de las áreas y linderos, mediante el GPS, para cartografía y cuantificación de los árboles en las parcelas. El estudio experimental, se realizó usando criterios de diámetros y categorización de la materia prima, empleando la siguiente clasificación 3 árboles por categoría: primera (10 -15 cm), segunda (16 – 21 cm), tercera (22 – 27 cm) y cuarta (28 – 33 cm) y con subtotal de 12 árboles por cantón dando un total de 48 árboles con características morfológicas semejantes, comprendidas entre esos diámetros. Esta selección se realizó según la Norma TAPPI – cm-85 de 1985.

Para los análisis respectivos de las muestras fueron llevados a los siguientes Laboratorio de Bromatología, perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica UEA, en la Provincia de Pastaza. Km 2½, vía Napo (paso lateral).

Determinación del potencial energético

Los materiales y métodos utilizados fueron de acuerdo a las siguientes métodos y Normas: para el determinar el potencial energético

1.1. Bromatológico

Granulometría	UNE-CEN/TS. 15149-2 EX
Humedad	NTE INEN 896
Cenizas	NTE INEN 520.
Proteína bruta	AOAC 19th 954.01
Grasa	AOAC 19th 920.39
Fibra	NTE INEN 542.

1.2. Calorimetría y proximal

Estos análisis se realizaron en los laboratorios de la Universidad Estatal de Bolívar localizada en el cantón Guaranda Provincia Bolívar-Ecuador.

Calorímetro Automático Isoperibólico 6400, que cuenta con un subsistema de enfriamiento de circuito cerrado y la más alta automatización en colorimetría según (Parr, 2016). Fue según la Norma 14918: 2009. Y el análisis proximal para.

Cenizas	Norma 14775: 2009
Volátiles	Norma UNE-EN 15148
Carbono fijo	Por diferencia de cálculo.

2. Análisis datos

Previo análisis estadístico se procedió a la utilización de las siguientes fórmulas matemáticas para:

2.1. El análisis bromatológico

$$\text{Carbohidratos totales} \quad CT = 100 - (H + C + P + G) \quad (1)$$

Dónde

CT = carbohidratos totales,

H = humedad,

P = proteínas,

G = grasa

C = cenizas.

De igual manera se utilizó con el mismo procedimiento para lograr calcular

2.2. Poder calorífico

$$PC \left(\frac{kcal}{100g} \right) = A + B + C \quad (2)$$

Dónde

A = es (4 kcal) (% Carbohidratos Totales);

B = es (9 kcal) (% Grasa) y

C = es (4kcal) (% Proteína).

El objetivo del calorímetro fue contar con datos reales y directos según algunos autores es incrementar la exactitud, a través de la calibración usando material de referencia (González D, Cortés, & Sánchez Rodríguez, 2010).



Imagen 1. Del calorímetro 6400 **Fuente:** (UEB, 2017).

Sin embargo, nuestro propósito fue comparar, analizar y corregir los errores que cometieron, las Universidades como: La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela Superior Politécnica Nacional del Ecuador y la Universidad Técnica de Ambato, en sus investigaciones de las biomásas forestales o vegetales. utilizando como patrón el calorímetro donde se propone reajustar los modelos matemáticos y las constantes para llegar al valor real del potencial calórico de las especies forestales.

Resultados y Discusión.

Los resultados aplicados para el ajuste de los errores calorimétricos de las biomásas forestales, a través de los modelos matemáticos en relación a los análisis bromatológicos, proximal y de la bomba calorimétrica para el cálculo real del potencial calórico del Pigüe, se valoran a continuación.

Análisis bromatológico

Tabla 1. Calculo de carbohidratos totales de las biomásas forestales en las Universidades

Universidades	%	% Humedad	%Proteína	% Grasa	% Cenizas	Carbohidratos Totales
ESPOCH	100	9,1	0,79	0,52	0,51	89,08
EPN	100	8,41	2,59	0,2	14,83	73,97
UTA	100	9,68	1,54	2,13	1,53	85,12
UEA	100	12	1,43	0,16	0,96	85,45

Elaborado por: Grupo de Investigación.

Los datos porcentuales físico-químicos del análisis bromatológico tomados de las tres universidades y el estudio del aserrín de Pigüe realizados en la UEA. Son semejantes a las biomásas con fines energéticos mostrados por (Echeverría Cruz & López Mena, 2010). Igual caso se observa en otra investigación (Tirado Jijón, 2015).

Tabla 2. Composición química de la biomasa y reajuste en la misma de la biomasa.

Muestras	Humedad (%)	Cenizas (%)	Fibra (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Carbohidratos Totales (%)	Universidades
Aserrín	9,10	0,51	61,66	0,79	0,52	89,08	ESPOCH
Cascarilla de arroz	8,41	14,83	32,02	2,59	0,20	73,79	EPN
Briquetas	9,68	1,53	48,33	1,54	2,13	85,12	UTA
Pellets de Pigüe	12,00	0,96	75,18	1,43	0,16	85,45	UEA

Elaborado por: Grupo de Investigación.

Tabla 3. Calculo del potencial calórico de las biomásas normales hasta la actualidad.

CÓDIGO =	#. Constante	Unidad	% composición	ESPOCH	EPN	UTA	UEA
A =	4	kcal	Carbohidratos T	89,08	73,97	85,12	85,45
B =	9	kcal	Grasa	0,52	0,20	2,13	0,16
C =	4	kcal	Proteína	0,79	2,59	1,54	1,43
Poder calorífico (Kcal/100g) =				364,16	308,04	365,81	348,96
Multiplica por 1000 g que tiene un kg = Kcal/kg				3641,60	3080,4	3658,10	3489,60
Poder calorífico (MJ/kg) =				15,24	12,89	15,310	14,60

Elaborado por: Grupo de Investigación.

Las técnicas de alimentos utilizados en los laboratorios de las Universidades Ecuatorianas (Echeverría Cruz & López Mena, 2010). Igual caso de (Tirado Jijón, 2015). Muestran deficientes valores energéticos para acercarse al valor real, al no utilizar toda la composición química.

Tabla 4. Cálculo calórico de biomásas reajustadas para un futuro análisis de biomásas.

CÓDIGO	Constante	Unidad	% composición	ESPOCH	EPN	UTA	UEA
A =	4	kcal	Carbohidratos T	89,08	73,97	85,12	85,45
B =	9	kcal	Grasa	0,52	0,20	2,13	0,16
C =	4	kcal	Proteína	0,79	2,59	1,54	1,43
D =	1,5	Kcal	Fibra	61,66	32,02	51,33	75,18
Poder calórico (Kcal/100g) =				456,65	356,07	442,805	461,73
Multiplica por 1000 g que tiene un kg = Kcal/kg				4566,50	3560,70	4428,05	4617,3
Poder calórico (MJ/kg) =				19,11	14,90	18,53	19,32

Elaborado por: Grupo de Investigación.

En esta tabla se logró incorporar la constante y el porcentaje de fibra en su composición, propuesto por la FAO (Food and Nutrition paper 77: Food energy methods of analysis and conversion factors, 2003) como se encuentra en él (Foroantiguo, 2015), para el caso de la combustión como manifiestan (Martínez M, 2017), el cual se tomó en consideración una constante 1,5 kcal/100gr, para llegar al valor aproximado del calorímetro (Parr, 2016).

Análisis proximal

Tabla de datos de las diferentes biomásas y productos forestales de las Universidades Ecuatorianas, que permitirá calcular el valor calórico, para realizar la corrección de los errores de este tipo de análisis.

Tabla 5. Promedios de análisis proximal de las biomásas y productos forestales

	ESPOCH	EPN	UTA	UEA
PARAMETROS	Briquetas de Aserrín	Cascarilla de arroz	Briquetas de Nuez	Pellets de Pigüe
% Volátiles	90,03	57,09		84,98
% Carbono	0,36	16,11	Ninguno	14,46
% Cenizas	0,51	19,39		0,96

Elaborado por: Grupo de Investigación.

Para este cálculo se consideró la ecuación del contenido de volátiles y carbono fijo planteadas por (Márquez-Montesino, Cordero Alcántara, Rodríguez-Mirasol, & Rdríguez Jiménez , 2001). Como se demuestra en la siguiente tabla del análisis realizado en el caso de nuestro estudio.

Tabla 6. Promedio del potencial calórico de las biomásas y productos forestales

Muestras	Análisis Bromatológico	Análisis Bomba Calorimétrica	Análisis último o Próximo	Universidades
Briquetas de aserrín de madera	15,24	Ninguno	17,52	ESPOCH
Cascarilla de arroz	12,04	12,70	15,58	EPN
Briquetas de nuez	15,31	Ninguno	Ninguno	UTA
Pellets de Pigüe	19,32	19,07	20,06	UEA

Elaborado por: Grupo de Investigación.

Determinación del error experimental en el potencial calórico de la biomasa

En esta tabla todavía persiste % de confiabilidad y del margen de error, del análisis bromatológico y proximal. Sin embargo, aún persiste el error, por todas estas razones descritas para el análisis del potencial energético en biomasa o productos forestales.

Tabla 7. Porcentaje de confiabilidad y margen de error que se cometen

Muestras	Análisis Bromatológico	Análisis Bomba Calorimétrica	Análisis último o Próximo	Universidades
Briquetas de aserrín de madera	15,24	Ninguno	15,98	ESPOCH
% de confiabilidad	100	95,36921151		
% de margen de error	100	4,630788486		
Cascarilla de arroz	12,04	12,7	15,58	EPN
% de confiabilidad	100	94,80314961	122,6771654	
% de margen de error	100	5,196850394	22,67716535	
Pellets de Pigüe	19,32	19,07	20,06	UEA
% de confiabilidad	100	101,3109596	94,8085999	
% de margen de error	100	-1,310959622	5,191400105	

Elaborado por: Grupo de Investigación.

Tabla 8. Errores corregidos mediante los modelos matemáticos

Tipo de muestras	Análisis Bromatológico	Análisis Bomba Calorimétrica	Análisis último o Próximo	Universidades
Briquetas de aserrín de madera	19,11	Ninguno	17,52	ESPOCH
Cascarilla de arroz	12,70	12,7	12,7	EPN
Pellets de Pigüe	19,07	19,07	19,07	UEA

Elaborado por: Grupo de Investigación.

En la tabla 8, se puede observar las correcciones demostradas con los modelos matemáticos propuestos para las correcciones de los errores y que se planteados a partir de toda la información donde fue demostrado los errores que se cometen a la hora del cálculo del valor energético de las biomásas forestales.

Modelos Matemáticos propuestos para la corrección de errores

Aplicando la teoría de ecuaciones para la composición Bromatológica

Donde se incorpora el % fibra y su constante 1,5 (Kcal/100g), en la fórmula del cálculo para el valor calórico. $PC \left(\frac{kcal}{100g} \right) = A + B + C + F$ (3)

Aplicando la teoría de errores para bromatología

Error absoluto

Los valores de las magnitudes y las diferencias que existe, entre el valor real medido, con el obtenido en el valor calórico en MJ/kg, la diferencia de los valores de calorimetría medidos con el error absoluto expresados, las unidades calóricas. Así X es el valor medido, en los análisis bromatológicos, elemental o según sea el caso X* el valor real de la bomba calorimétrica y ΔX el error instrumental o sensibilidad del aparato medido satisface la relación en los análisis bromatológicos, frente a la bomba calorimétrica entalpica, que arroja valores exactos por sus calibración y patrones utilizados para la obtención de los resultados de los valores reales.

$$|X - X^*| \leq \Delta X \quad (4)$$

Que representa en forma

$$X^* = X \mp \Delta X \quad (5)$$

Si bien es cierto el error instrumental conocido, como parámetro básico para la efectividad o aproximación de la medida, fue importante llegar al.

Error relativo

Este viene definido como el cociente entre el error absoluto y valor real X^* de la magnitud como se describe a continuación.

$$E_r = \frac{\Delta X}{X^*} \approx \frac{\Delta X}{X} \quad (6)$$

Donde x es el valor medido u obtenido utilizando la segunda expresión, como es habitual no conocemos el valor real de la magnitud, la costumbre de expresar el error relativo porcentualmente.

$$E_r = \frac{x - x^*}{x} * 100 \quad (7)$$

Mediante la expresión de la teoría del error real, nos permitió llevar a cabo la corrección del error experimental, en el caso del análisis del poder calórico de las biomásas y productos forestales, que están descritas en la tabla 7. Con un margen de error del más o menos de 1,9%, que sobrepasa a la bomba calorimétrica, el margen de confiabilidad equivale al 98,7% para el caso del estudio de los pellets de Pigüe.

Tomando en cuenta esta información permitió plantear la siguiente ecuación.

$$P_{CR} = P_{CB} - (P_{CB} * E_R) \quad (8)$$

Donde:

P_{CR} = Poder calórico real.

P_{CB} = poder calórico bromatológico

E_R = Promedio del error real experimental

En base al potencial calórico bromatológico, y proximal de los resultados ayudaron a validar la información obtenida del análisis demostrados por (Echeverría Cruz & López Mena, 2010). Y (Tirado Jijón, 2015), por esta razón fue importante realizar este estudio empleando diferentes métodos, aparte del bromatológico, el método de análisis próximo y el calorimetría por la exactitud y confiabilidad como manifiestan (Parr, 2016).

Calculo Integral para análisis próximo.

Los propósitos fueron llegar a una confiabilidad del 99,9%, para los valores calóricos de las biomásas, permitan diseñar apropiadamente los equipos industriales y de acuerdo a las necesidades reales de la información se plantea el siguiente cálculo.

$$Pc = \int Cf dx + \int V dy \quad (9)$$

$$Pc = Cf \int dx + V \int dy \quad (10)$$

$$Pc = x * Cf + y * v \quad (11)$$

$$Pc - x * Cf = y * v \quad (12)$$

$$y = \frac{Pc - x * Cf}{v} \quad (13)$$

Donde:

Pc= potencial calórico experimental de la bomba entálpica

X= constante para carbones fijos de la biomasa según (Márquez-Montesino, Cordero Alcántara, Rodríguez-Mirasol, & Rdríguez Jiménez , 2001).

Cf= % Carbones fijos de la biomasa

V= % volátiles

Y= factor de corrección para volátiles experimentales

$$PCS_{BS} \left(\frac{MJ}{kg} \right) = 0,3563 Cf + Y * V \quad (14)$$

Como se puede observar en la fórmula 14, solo se puede trabajar en los compuestos volátiles de la ecuación y aplicar el factor de corrección respectivo de estos.

Conclusiones.

- Los tres métodos utilizados para la determinación del potencial energético del Pigüe, en comparación con otras biomasa y productos de recursos forestales, estudiadas en tres Universidades del Ecuador, permitió determinar el potencial calórico real de la biomasa forestal.
- La selección de los tres métodos: análisis bromatológico, proximal y el calorímetro, ha permitido diseñar modelos matemáticos planteados para obtener el valor calórico real.
- La aplicación de las normas y parámetros fueron otros elementos para el diseño de los modelos matemáticos y la aproximación real, obteniendo una confiabilidad del 99,9 % según el poder calorífico y la norma ASTM D-240, para combustibles (referida al peso seco). y lograr una combustión eficiente en la caldera.

- La teoría de errores y calculo diferencial, con estos modelos matemáticos ajustados permitió desarrollar una herramienta matemática para el desarrollo de otros estudios similares para la determinación del potencial calórico.

Referencias bibliográficas.

- Alcivar, M., Escobar, H., & Puris, A. (2016). Aplicaciones de Minería de Datos en Marketing. *Dialnet*, 503-512.
- Alfaro, C., Alfaro, J., & Monge, R. (2014). *Tics en las Pymes de Centroamérica: Impacto en la adopción de las tecnologías de la información y comunicación en el desempeño de las empresas*. Costa Rica: IDRC.
- Alles, M. (2005). *Diccionario por competencia*. Buenos Aires: Ediciones Granica S.A.
- Alles, M. (2012). *Desarrollo del talento humano basado en competencias*. Buenos Aires: Granica.
- Álvarez, J., Álvarez, I., & Bullón, J. (2014). *INTRODUCCION A LA CALIDAD: Aproximación a los sistemas de gestión y herramientas de calidad*. España: Ideaspropias.
- Amaya, J. (2014). *Toma de Decisiones Gerenciales: Métodos cuantitativos para la administración* (Segunda ed.). Bogotá: ECOE EDICIONES.
- Anandan, S., Malik, S., Singh, M., Sistla, S., & wright, S. (2013). *Pro Share Point 2013: Business Intelligence Solutions*. California: Apress.
- Arias, F. (1999). *El Proyecto de Investigación. Guía para su elaboración* (Vol. 3). Caracas, Venezuela: ORIAL.
- Banco Mundial . (1 de Octubre de 2014). *Banco Mundial BIRF AIF*. Recuperado el 1 de Enero de 2016, de <http://www.bancomundial.org/es/region/lac/overview>
- Barrera, D., Acosta, M., Armenteros, Y., Morales, J., & Ramírez, B. (2016). Competencias directivas en el sector industrial: medición del desempeño en empresas de Coahuila, México. *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 1-28.
- Camargo, J., Camargo, J., & Joyanes, L. (2015). Knowing the big data . *Scielo*, 63-77.
- Cano , J., Panizo, C., Garcia, F., & Rodriguez, J. (2015). Desarrollo de Estrategias Competitivas para la Industria del Carbón en Norte de Santander. *Revista ESPACIOS*, 1-16.
- Caralt, J., & Díaz, J. (2013). *Introducción al Business Intelligence*. Barcelona: UOC.
- Carrión, J. (2013). *Estrategia de la visión a la acción* (Segunda ed.). Madrid: ESIC.

- Carvalho, L., Paraguacu, F., & López, R. (2013). A model of Decision-Making based on theory of persuasion used in MMORPGS. *Scielo*, 37-43.
- Castro, Y., & Leonard, E. (2013). Methodologies to develop Data Warehouse. *Dialnet*, 1-12.
- Chen, w., Díaz, H., Kamath, R., Kelly, A., Roberts, M., & Yheng, Y. (2015). *Systems of Insight for Digital Transformation*. New York: Red Books.
- Chiavenato, I. (2009). *Gestión del Talento Humano*. Sao Paulo: Mac Graw Hill.
- Coronel, C., Morris, S., & Rob, P. (2014). *Database systems: Design, implementation and management*. México: Cengage Learning.
- Diario la Hora. (03 de Noviembre de 2017). *www.diariolahora*. Obtenido de [www.diariolahora](https://lahora.com.ec/noticia/1101057110/aumento-en-costos-de-los-insumos-afecta-a-textileros).: <https://lahora.com.ec/noticia/1101057110/aumento-en-costos-de-los-insumos-afecta-a-textileros>
- Díaz, S., & Sandoval, E. (2016). Decision making and adaptation processes to climate change. *Scielo*, 175-194.
- Echeverría, B. (2002). Gestion de la competencia de acción profesional. *Revista de investigación educativa*, 7-48.
- Echeverria Cruz, M. A., & López Mena, O. A. (2010). *Caracterización energética de la cascarilla de arroz para su aplicación en la generación de energía termoeléctrica*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Flores, B., Gil, A., & Gonzáles, F. (2011). *Proceso para la toma de decisiones en un entorno globalizado*. Madrid: ARECES.
- Fonseca, E. (2011). *Desarrollo de un proceso tecnológico para la obtención de briquetas de aserrín de madera y cascarilla de arroz, y pruebas de producción de gas pobre*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <file:///C:/Users/jgonzalez/Desktop/Información%20escritorio%202017/Archivos%20de%20articulos%20de%20pelets%202017/15T00495%20tesis%20de%20Briquetas%20Tingo%20y%20Fonseca%20ESPOCH.pdf>
- Foroantiguo. (2015). *Calculo de calorías totales*. alceingenieria.net.
- Galeano, M. (2004). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Medellín, Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT.
- Galeano, M. (2015). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa*. Medellín: Eafit.
- Gauchet, T. (2014). *SQL SERVER 2008 R2: Deploying and Deploying a Business Intelligence Solution*. Barcelona: ENI.

- Gómez , M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.
- Gómez Alexander, K., Rincón, S., & Wiest, W. (2004). Transformación termoquímica de la biomasa residual del proceso de extracción del aceite de palma: tecnologías y perspectivas. *El transformador de la Palma*, Vol. 25, Núm. . Obtenido de <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/1104>
- González , S., González , M., & Ordaz, C. (2014). Principales habilidades y conocimientos del ingeniero en gestión empresarial solicitadas actualmente en el mercado laboral de León, Silao y San Francisco del Rincón, Guanajuato. *Jóvenes Investigadores*, 226-231.
- González D, J. E., Cortés, L. L., & Sánchez Rodríguez, Á. (2010). Calorimetría Adiabática y sus aplicaciones. *Calorimetría Adiabática y sus aplicaciones* (págs. 1-7). México: Simposio de Metrología. Obtenido de <https://www.cenam.mx/sm2010/info/carteles/sm2010-c38.pdf>
- González, J., Guitart, I., & Ramón, J. (2016). *Cómo planificar un proyecto de inteligencia de negocios?* Barcelona: UOC.
- Guerra, L., & Vanegas, E. (2013). Sistema de inteligencia de negocios para el apoyo al proceso de toma de decisiones. *Redalyc*, 25-34.
- Hammerstein, P., & Stevens, J. (2012). *Evolution and the mechanisms of decision making*. London: MIT.
- Herederó, C., López, J., Medina, S., & Romo, S. (2012). *Informática y comunicaciones en la empresa*. Madrid: Esic.
- Inec. (2012 йил 16-October). *Ecuador en Cifras*. From <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Infoeconomia/info6.pdf>
- Instituto Nacional de Encuesta y Censos. (2015). *Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo*. San Francisco de Quito: Instituto Nacional de Encuestas y Censos.
- Jáñez, T. (2013). *Metodología de la investigación en derecho: Una orientación metódica*. Caracas: UCAB.
- Joyanes, L. (2013). *Big Data: Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones*. México: Alfaomega.
- Manuel, E., & Castillo, U. (2015). Determinación del Poder Calorífico de 20 especies forestales de Amazonía Peruana. *Forestal del Perú*, 12, 1-20. Obtenido de [http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol12_no1-2_84_\(16\)/vol12_art8.pdf](http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol12_no1-2_84_(16)/vol12_art8.pdf)
- Márquez-Montesino, F., Carbollo-Abreu, L., Álvarez-Olivera, A., & Castillo-Ramos, R. (2009). Estudio de las posibilidades energéticas de la madera de Jambolán (*Syzygium Cumini*), del

- Municipio de Pinar del Río, Cuba. *AVANCES*, 1- 9. Obtenido de www.ciget.pinar.cu/Revista/No.2009-3/articulos/Estudio_posibilidades_energ_madera_jambol.pdf
- Márquez-Montesino, F., Cordero Alcántara, T., Rodríguez-Mirasol, J., & Rdríguez Jiménez, J. (2001). Estudio del Potencial Energético de Biomasa de la Provincia de Pinar del Río. (M. Universidad Autónoma Chapingo, Ed.) *Chapingo Serie Ciencias forestales y del ambiente*, 7, 1- 8.
- Martínez M, A. L. (2017). *Nutrición y alimentación animal*. Universidad de Cordova, Producción Animal, España. Obtenido de http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/17_17_30_valoracion_de_alimentos.pdf
- Muñoz, A., Vergara, L., & Vivero, S. (2013). Aproximación al proceso de toma de decisiones en la empresa baranquillera. *Redalyc*, 1-38.
- Naresh, M. (2014). *Investigación de mercados un enfoque aplicado* (Cuarta ed.). México: Pearson Education.
- Nuñez, L., & Reyes, Y. (2015). La inteligencia de negocio como apoyo a la toma de decisiones en el ámbito académico. *Latindex*, 3(2), 63-73.
- Organización Internacional del Trabajo . (2015). *Panorama Laboral 2015*. Lima: Oficina Regional para América Latina y el Caribe.
- Ortiz, A., Chicaiza, R., & Chilibuina, L. (2016). Aproximación sobre la inteligencia de negocios en las PYME. *Dialnet*, 370-382.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2013). *Business Model Generation* . Barcelona: DEUSTO.
- Pantoja-Bucheli, A. D., & Guerrero-Ordoñez, J. C. (oct. 2016). Metodología para el aprovechamiento del potencial energético con biomasa forestal en el departamento de Nariño caso de estudio. *Ingeniería, Solidaria*, vol. 12, no. 20, pp. 43-59,. Obtenido de doi: <http://dx.doi.org/10.16925/in.v19i20.1415>
- Parr, I. C. (2016). *Calorimetria de bomba de oxígeno*. Parr. Obtenido de <http://www.parrinst.com/es/products/oxygen-bomb-calorimeters/>
- Patiño Martínez, P. (02 de Junio de 2014). Biomasa Residual vegetal: Tecnologías de transformación y estado actual. *Innovaciencia*, 2(1): 45-52, 8.
- Peñaloza, M. (2010). TEORIA DE LAS DECISIONES. *Redalyc*, 227-240.
- Porter, M. (2012). *Estrategia y ventaja competitiva: Líderes del management*. Bogotá: DEUSTO.

- Porter, M. (2015). *Estrategia Competitiva: Técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia* (Segunda ed.). México D.F: Patria.
- Proecuador. (12 de Septiembre de 2016). www.proecuador.gob.ec. Obtenido de [www.proecuador.gob.ec: http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/textiles-y-confecciones/](http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/textiles-y-confecciones/)
- RA Rojas Medina. (14 de 04 de 2017). www.bdigital.unal.edu.co. Obtenido de www.bdigital.unal.edu.co: <http://www.bdigital.unal.edu.co/12101/1/ricardorojasmedina.2014.pdf>
- Rico, D., & Rosado, A. (2013). Inteligencia de negocios: Estado del arte. *Dialnet*, 321-326.
- Rivera , P., & Uceda, M. (2004). características físico - químicas de la madera y carbon de once especies forestales peruanas. (F. d. CEDINFOR, Ed.) *Revista forestal de Perú*, 14 (2), 1-8. Obtenido de <http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rfp/article/viewFile/137/135>
- Rodríguez, J. (2014). *Cómo hacer inteligente su negocio: Business Intelligence a su alcance*. México D.F: Patria.
- Rúiz, M. (2011). *Políticas públicas en salud y su impacto en el seguro popular en Culiacán, Sinaloa, México. Tesis inédita*. Sinaloa, México: Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Salazar, L. (2014). *Las practicas preprofesionales y la relación con el nivel de inserción en el mercado laboral de los estudiantes de la Crrera de Marketing y Gestión de Negocios de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Técnica de Ambato tesis enédita*. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- San Miguel, P. (2012). *Calidad*. Madrid: Paraninfo.
- Sanchez, O. G. (20 de Agosto de 2013).
- Schauwn. (22 de Septiembre de 2013).
- Silva¹, D. A.-D., Otomar-Caron², B., Sanquetta¹, C. R., Behling, A., Scmidt, D., Bamberg, R., . . . Dalla-Corte, A. P. (2014). Ecuaciones para estimar el poder calorifico de la madera de cuatro especies de árboles. *RCHSCFA Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 20 no.2 , 1-10. doi:<http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2013.09.035>
- Solleiro, J., & Valle, M. (2013). *Estrategias competitivas de la industria alimentaria*. México D.F: Plaza y Valdés.
- Suarez, J., Castro, R., & Maseda, F. (1999). Evaluacion del poder calorifico superior. *Invest. Agr.: Sist. Recur. For., Vol. 8 (1)*, , 1- 9.
- Swift, R. (2014). *CRM: Cómo mejorar las relaciones con los clientes*. México: Prentice Hall.

- Tamayo, M. (2013). *El proceso de la investigación científica* (Cuarta ed.). México: Limusa.
- Taylor, B. (2014). *Professional decision making in social work practice*. Cornwall: Learning Matters.
- Taylor, J. (2012). *Decision Management Systems*. Boston: Pearson plc.
- Tirado Jijón, P. (2015). *Estudio de compactación de la cáscara de nuez para mejorar la calidad de briquetas de biomasa*. Universidad Técnica de Ambato, Amabto-Ecuador.
- UEB, L. (2017). *Laboratorios de la Universidad Estatal de Bolívar*. Guaranda.
- Verónica . (12 de Julio de 2017). *Objetivos el Costo. La Pagina de Verónica* . Sonora, Sonora, Mexico.
- Villardón , L. (2006). *Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. Educativo siglo XXI*, 57-76.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

González J., Morillo C., García. J., Cárdenas J., & Oliva. D. (2019). Determinación del potencial energético del pigüe (Piptocoma Discolor) en la amazonía ecuatoriana., *Revista electrónica Ciencia Digital* 3(1), 78-97. Recuperado desde: <http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/287/688>



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**.

