



Revista Amazónica

Ciencia y Tecnología

Volumen

8

Nº 1



ISSN 1390-5600

Impreso

ISSN 1390-8049

Electrónico

2019

MIAR
Mesa Interamericana
por el Avance de la Ciencia

iblat
Bibliografía Latinoamericana

Actualidad
Iberoamericana

latindex

PERIÓDICA

e-revist@s

Dialnet



UEA

Universidad Estatal Amazónica

OAJI
.net

Open Academic
Journals Index

REDIB Red Iberoamericana
de Innovación y Conocimiento Científico



REVISTA AMAZÓNICA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

EDITORA JEFE: Alexandra Torres N

UNIVERSIDAD ESTADAL AMAZÓNICA

EQUIPO EDITORIAL

COMITE EDITORIAL

Carolina Bañol Pérez

Universidad Estatal Amazónica. Ecuador

Bolier Torres

Universidad Estatal Amazónica. Ecuador

Karina Carrera Sánchez

Universidad Estatal Amazónica. Ecuador

Manuel Pérez Quintana

Universidad Estatal Amazónica. Ecuador

Carlos Bravo Medina

Universidad Estatal Amazónica. Ecuador

Yudel García

Universidad Estatal Amazónica. Ecuador

Reinaldo Aleman Pérez

Universidad Estatal Amazónica. Ecuador

Segundo Valle Ramírez

Universidad Estatal Amazónica. Ecuador

Willian Caicedo Quinche

Universidad Estatal Amazónica. Ecuador

Yasiel Arteaga Crespo

Universidad Estatal Amazónica. Ecuador

Gabriela Izurieta Romero

Consultora Independiente

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Luis Rubén Vallejo Yáñez

REVISIÓN DE ESTILO

Marcelo Luna Murillo

Universidad Estatal Amazónica.

REVISIÓN DE TRADUCCIÓN -

Igor Días Kovalenko

COMITE CIENTÍFICO

Juan Vicente Delgado

Universidad de Córdoba. España

Juan Avellaneda

Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador

María Esperanza Camacho

IFAPA. Andalucía España

Richard Presiozi

Universidad de Manchester. Inglaterra

José Antonio Vázquez

Universidad de Guadalajara, México

Sven Gunter

Centro Agrónomo Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica

Julio César Vargas Burgos

Universidad Estatal Amazónica

Pablo Marini

Universidad Nacional de Rosario. Argentina

Denian Takumasa Kondo Rodriguez

Corpoica. Colombia

Vicenzo Landi

Universidad de Córdoba. España

Luz Ángela Alvarez Franco

Universidad Nacional de Colombia. Colombia

Jairo Tocancipá

Universidad del Cauca Colombia

“Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología” es una revista académica de distribución nacional e internacional, editada cuatrimestralmente (abril, agosto, diciembre) enfocada a la publicación de artículos originales e inéditos de tipo científico, escritos en español, inglés o portugués, que han sido cedidos por los autores para su reproducción. El contenido científico es responsabilidad exclusiva de los propios investigadores, con base en el arbitraje técnico (modalidad de doble ciego) garantizando la confidencialidad y anonimato de autores y árbitros de acuerdo a las normas editoriales.

El objetivo de la revista es difundir los resultados de investigaciones de acuerdo a las subareas del conocimiento UNESCO: Biología animal (2401), bioquímica (2403), biología de insectos-entomología (2413), genética (2409), microbiología (2414), biología molecular (2415), biología vegetal (2417), ciencia forestal (3106), horticultura (3107), fitopatología (3108), geografía económica (5401), meteorología agrícola (2509-01), ciencias del suelo (2511), agroquímica (3101), agronomía (3103), economía agrícola (3103-99), producción animal (3104), peces y fauna silvestre (3105).

Foto Portada:

Mayuri Coronado
*Bosque de Melina y
Pachaco. Cotopaxi*

Correspondencia al Director o Artículos para consideración enviar a:

revamazcyt@uea.edu.ec
<http://revistas.proeditio.com/revistamazonica>
www.uea.edu.ec
Dirección: Paso Lateral Km 2½
Vía a Napo
Puyo, Pastaza, Ecuador

ISSN 1390-5600 Impreso
ISSN 1390-8049 Electrónico

CONTENIDO

Gen de control interno VpEfl α en <i>Vasconcellea pubescens</i> (chamburo). <i>Tiffany Cevallos-Vilatuña , Karen Alejandra Garzón-Salazar , Fabio Marcelo Idrovo-Espín</i>	1
CO2 crecimiento económico y densidad poblacional: un análisis de economías en vías de desarrollo <i>Wilman Santiago Ochoa-Moreno , Priscilla Massa-Sánchez , Liz Valle-Carrión , Génesis Carolina Torres ,</i>	12
Evaluación de la sustentabilidad a escala de sistemas silvopastoriles en tres ecorregiones del Paraguay <i>Andrea Weiler, Sofia Albertini, Deniz Barreto, Marco Heredia</i>	24
Efecto de <i>Trichoderma harzianum</i> como bioestimulante en el crecimiento de plántulas de <i>Swietenia macrophylla</i> en condiciones de vivero. <i>Cristian Santiago Jácome Segovia, Yudel García Quintana, Jessy Guerrero Rubio , Yasiel Arteaga Crespo, Yamila Lazo, Pérez , Arliet Morales</i>	40
Saberes ancestrales agropecuarios en la Península de Santa Elena, Ecuador <i>Carlos E. Balmaseda Espinosa, María C. Mederos Machado y Johanna Tigrero Marcillo</i>	52
Prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino, mediante la prueba California Mastitis Test, en el cantón Rocafuerte de la provincia Manabí, Ecuador. <i>Roque Heriberto Avellán Vélez, Marina Dalila Zambrano Aguayo, Laura Monserrate De La Cruz Veliz Carlos, Alfredo Cedeño Palacios, María Hipatia Delgado Demera Patricio Fabián, Rezabala Zambrano Yandri Andrés, Macías Moreira</i>	62
Propuesta de encuesta para la obtención del conocimiento ancestral en el estudio etnobotánico de especies medicinales en comunidades amazónicas <i>Yoel Rodríguez Guerra, María Adela Valdés Sáenz, Sandra Soria Re, Javier Domínguez Brito, Alexandra Torres, Carlos Julio Pico Angulo</i>	71
Instrucciones para autores	80
Instrucciones para árbitros	92



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Gen de control interno VpEf1 α en *Vasconcellea pubescens* (chamburo).
Internal control gene VpEf1 α in *Vasconcellea pubescens* (chamburo).

Tiffany Cevallos-Vilatuña¹, Karen Alejandra Garzón-Salazar¹, Fabio Marcelo Idrovo-Espín^{1,2}

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas/Ingeniería en Biotecnología, Universidad de Las Américas. Quito. Ecuador.

²Facultad de Ciencias Químicas/Química-Bioquímica y Farmacia, Universidad Central del Ecuador. Quito. Ecuador.

tiffany.cevallos@udla.edu.ec; karen.garzon.salazar@udla.edu.ec; fmidrovo@uce.edu.ec

Resumen

Los genes conocidos como “housekeeping” controlan o regulan procesos celulares básicos y permanecen activados siempre, independientemente de las condiciones experimentales o entre las células de diferentes tejidos. *Vasconcellea pubescens*, es una especie ampliamente distribuida en América del Sur y pertenece a la familia Caricaceae al igual que la papaya. En primer lugar, se diseñaron primers para el gen EF1 α en base al genoma de *Carica papaya* y *Arabidopsis thaliana*. Después, plántulas de *V. pubescens* se sometieron a tres temperaturas diferentes. La cuantificación de la expresión relativa del gen se realizó por densitometría. Finalmente, los fragmentos obtenidos de la RT-PCR se secuenciaron por Secuenciación Sanger de segunda generación y los análisis bioinformáticos se realizaron con MEGA X mientras que los análisis estadísticos se realizaron con RCommander. Se obtuvo un fragmento de 173 pb que se denominó VpEF1 α . La secuencia de nucleótidos y la traducción a aminoácidos resultaron ser muy similares al compararlos con secuencias Ef1 α conocidas de otras especies vegetales. A partir de la filogenia realizada con la proteína predicha, VpEF1 α se agrupó en un solo clado con secuencias de álamo, cacao y papaya, todas ellas arbóreas, mientras que *Arabidopsis* y tabaco se ubicaron en otro clado. La expresión del gen VpEF1 α fue similar en las tres temperaturas evaluadas cumpliendo el requisito de que no cambie su expresión a diferentes condiciones experimentales. Se describió de esta forma un gen tipo EF1 α en *V. pubescens* (chamburo) que podría ser utilizado como gen control interno o housekeeping en estudios futuros.

Palabras clave: Housekeeping gene, *V. pubescens*, expresión, secuenciación, filogenia.

Abstract

The genes known as "housekeeping" control or regulate basic cellular processes and always remain activated, regardless of experimental conditions or between cells of different tissues. *Vasconcellea pubescens*, a species widely distributed in South America and belongs to the family Caricaceae just like papaya. First, primers for the EF1 α gene were designed on basis of the genome of *Carica papaya* and *Arabidopsis thaliana*. Then, *V. pubescens* seedlings were subjected to three different temperatures. The quantification of the relative expression of the gene was performed by densitometry. Finally, the fragments obtained from RT-PCR were



sequenced by second generation Sanger Sequencing and the bioinformatic analysis were performed with MEGA X while the statistical analysis were performed with RCommander. A 173 bp fragment was obtained which was named VpEF1 α . The nucleotide sequence and the translation to amino acids turned out to be very similar when compared to known EF1 α sequences from other plant species. From the phylogeny performed with the predicted protein, VpEF1 α was grouped in a single clade with sequences of poplar, cocoa and papaya, all of them arboreal, while Arabidopsis and tobacco were located in another clade. The expression of the VpEF1 α gene was similar in all the three temperatures evaluated, fulfilling the requirement that it does not change its expression at different experimental conditions. In this way an EF1 α type gene was described in *V. pubescens* (chamburo) that could be used as an internal control or housekeeping gene in future studies.

Keywords: Housekeeping gene, *V. pubescens*, expression, sequencing, phylogeny.

Introducción

Los genes de control interno o genes de referencia conocidos como “housekeeping”, controlan y regulan procesos celulares básicos como: el metabolismo primario o el mantenimiento estructural (Luo et al., 2014), debido a esto su nivel de expresión bajo distintas condiciones permanece constante, por lo que se asume que este tipo de genes no se ven afectados por parámetros experimentales o entre células de diferentes tejidos (Zhu et al., 2012). Los genes que cumplen con esta característica son candidatos apropiados para actuar como genes de control interno. Caso contrario, una expresión diferente del gen control bajo diferentes tratamientos, daría lugar a resultados erróneos al compararse con un gen de interés en estudio (Jain et al., 2006; Turabelidze et al., 2010) La identificación de estos genes, incrementa la comprensión de características estructurales de las células, por lo tanto son herramientas fundamentales para estandarizar varias aplicaciones biotecnológicas y estudios genómicos (Eisenberg & Levanon, 2013).

Dependiendo de la especie en estudio y de los tejidos utilizados, los genes de control interno frecuentemente usados en plantas son: Gapdh (del inglés glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase) (Barsalo-

bres-Cavallari et al., 2009), RL5 (que codifica para la proteína L5 de la sub unidad ribosomal 60S), RL28 (que codifica para la proteína L28 de la sub unidad ribosomal 60S), COX1 (del inglés cytochrome C oxidase subunit 1) y β -actina. Sin embargo, la estabilidad y la capacidad de algunos genes mencionados (ACT, GAPDH) han sido cuestionadas en algunos estudios debido a que exhibieron perfiles de expresión variable bajo diferentes condiciones (Suzuki et al., 2000; Tong et al., 2009). Por otro lado, existen estudios puntuales donde indican que el gen EF1 α (del inglés Elongation Factor-1 α), es un gen de control interno recomendado para la normalización en la expresión espacial y temporal en varios análisis abióticos y bióticos (Li et al., 2010; Løvdal & Lillo, 2009; Zhu et al., 2012). Por lo que se requiere una selección adecuada de genes de referencia en diferentes sistemas biológicos. Se ha reportado en la planta modelo: Arabidopsis thaliana, la presencia de 4 genes que codifican para proteínas EF1 α , designadas como A1, A2, A3 y A4 (Axelos et al., 1989). Estas variantes proteicas altamente conservadas cumplen funciones diversas en Arabidopsis, por ejemplo, actúan tanto en la biosíntesis (Andersen et al., 2003), exportación nuclear así como también en la degradación de proteínas (Gonen et al., 1994), poseen actividad de chaperona (Suhando et al., 2014), intervienen en el metabolismo

primario y el mantenimiento de la estructura celular (Ohta et al., 1990). Además, están involucradas en la activación de la enzima fosfatidilinositol 4-kinase (componente esencial en diversas vías de señalización), o en la unión/interacción con la calmodulina (Numata et al., 2000; Ransom-Hodgkins, 2009) y otras funciones interesantes como su participación en infecciones y patologías como la replicación viral (Yamaji et al., 2010). Finalmente EF1 α es la segunda proteína más abundante después de la actina (Condeelis, 1995). Los distintos roles que cumple EF1 α en procesos celulares básicos hacen que los genes que codifican para la proteína, sean elegidos como genes de referencia o genes control.

El miembro más conocido e importante de la familia Caricaceae es la papaya (*Carica papaya*), cultivada en regiones tropicales y subtropicales. Su centro de origen probable es Centroamérica, y las mayores zonas productoras al rededor del mundo son Brasil, Nigeria, India, México e Indonesia (Ploetz & Ploetz, 2018.). Desde el punto de vista biotecnológico también es un cultivar importante ya que es el primer frutal de consumo humano que ha sido modificado genéticamente (Gonsalves, 2004) para conferirle resistencia al virus de la mancha anular de la papaya (de sus siglas en Inglés, Papaya Ring Spot Virus o PRSV) y cuyo genoma ha sido completamente secuenciado (Ming et al., 2008). Es por esto que se considera un sistema prometedor en la investigación, debido a que su genoma es relativamente pequeño, con tan solo 372 megabases permite al investigador un mejor estudio de los genes, su aislamiento y mutación. Una comparación de su genoma con el de *Arabidopsis* arroja una nueva percepción sobre la historia evolutiva de la papaya. Se conoce que segmentos individuales del genoma de *Arabidopsis* corresponden a solo un segmento de papaya, indicando que no hubo duplicación del

genoma en el linaje de la caricácea desde su divergencia de *Arabidopsis* cerca de 72 millones de años atrás (Ming et al., 2008). Para *Carica papaya*, Zhu et al., (2012) evaluaron 21 genes que podían ser considerados como genes de referencia bajo diferentes condiciones experimentales (tejidos de distintos órganos, temperaturas de almacenamiento, etapas de desarrollo, maduración, modificación en la atmósfera, estrés biótico y tratamiento hormonal). Entre estos genes se encontró que EF1 α presentó la expresión más estable en las diferentes condiciones planteadas, a comparación con los demás genes (Actin, Gadh, 18S rRNA, entre otros). Es así, que se escogió a EF1 α como un representante adecuado para actuar como gen de control interno (Zhu et al., 2012).

Vasconcellea, comúnmente referida como papaya de montaña, está ampliamente relacionada con la papaya común (*Carica papaya*). Es el género que posee la mayor cantidad de miembros con 21 especies de las 35 conocidas (Scheldeman et al., 2006). La separación entre los géneros *Carica* y *Vasconcellea* se remonta hace 27 millones de años durante el oligoceno (Antunes et al., 2012) . Se ha observado que las variedades vegetales silvestres poseen características de interés, como genes asociados a resistencia a virus, hongos, tolerancia a estrés por altas o bajas temperaturas (Bolger et al., 2014; d'Veckenbrugge et al., 2014) o sustancias químicas útiles para la industria, medicina o beneficiosas para la nutrición (Duarte & Paull, 2015; Scheldeman et al., 2006). A pesar de esto en la familia Caricaceae, tan solo la papaya ha captado la atención principal en lo que se refiere a la investigación biotecnológica, dejando de lado a otras especies que podrían ser de extrema utilidad como *Vasconcellea*.

El Ecuador posee 16 de las 21 especies de *Vasconcellea* conocidas (Scheldeman et al.,

2006). Entre ellas, *Vasconcellea pubescens*, también conocida como chamburo (este último como término propio de Ecuador), es un árbol nativo de la regiones subtropicales de Sur América, en especial de las regiones altas de Colombia y Ecuador (Gaete-Eastman et al., 2009). Debido a que *V. pubescens* (y otros miembros del género *Vasconcellea*) sigue siendo una especie silvestre escasamente estudiada, podría tener genes de interés que las variedades comerciales como la papaya han perdido por efecto de la domesticación. Sin embargo el estudio de genes control, resulta ser la base para dar inicio a investigaciones futuras en expresión de genes de interés, por esta razón el objetivo de la presente investigación fue identificar y reportar genes EF1 α en *V. pubescens* que podrían utilizarse como genes de control interno en aplicaciones futuras de esta especie silvestre.

Materiales y métodos

Los oligonucleótidos; Forward (TTC ACC CTT GGT GTC AAG C); Reverse (TAC CAG TCA AGG TTG GTG G) se diseñaron a partir de la secuencia genómica conocida de EF1 α de papaya para ser utilizados en *V. pubescens*. Para esto se utilizó el software NCBI/Primer-Blast y OligoAnalyser 3.1.

Plántulas de *V. pubescens* se sometieron a tres diferentes temperaturas (25, 45 y 55 °C) con la finalidad de evaluar si nuestro gen mostraba una expresión similar, de forma independiente a la temperatura. La extracción total del RNA de *V. pubescens* se realizó mediante TRIZOL de acuerdo con el protocolo descrito por (Chomczynski & Sacchi, 1987) con modificaciones. Posteriormente para el tratamiento con ADNasa se utilizó el Kit DNase I, Amplification Grade (Invitrogen™), según las instrucciones del fabricante.

Para el gen EF1 α se armó un total de 10 reacciones incluyendo un control negativo

con un volumen final de 25 μ l por reacción. Cada reacción contenía 2,2 μ l de ARN total tratado con ADNasa equivalente a una concentración de 200 ng. La RT-PCR se armó de la siguiente manera: síntesis de ADNc (55 °C, 20 min), pre-desnaturalización (1 ciclo, 94°C, 2 min), desnaturalización (94°C, 15 seg), alineamiento (35 ciclos, 60 °C, 30 seg) y extensión final (1 ciclo, 72°C, 5 min).

Posterior a la RT-PCR se realizó un gel de electroforesis al 2%. La expresión relativa de EF1 α fue cuantificada utilizando el software Image Lab™ 5.2.1 (Bio Rad) por densitometría. El fragmento obtenido VpEF1 α se secuenció en los laboratorios de la Universidad de las Américas Quito. Ecuador, a través de una secuenciación de segunda generación por el método de Sanger. Para el alineamiento se utilizó secuencias reportadas de EF1 α de 5 especies: *C. papaya* (número de accesión JQ678770 descrito por Zhu et al., 2012), *A. thaliana* (número de accesión AT1G07920.1), *Theobroma cacao* (número de accesión XM_007009689), *Populus trichocarpa* (número de accesión XM_002316315), *Nicotiana tabacum* (número de accesión AF120093) finalmente se utilizó la secuencia que codifica para la sub unidad RPN2b del proteasoma 26S (número de accesión AY242527) como outgroup. Se realizó la traducción a aminoácidos de las secuencias y se obtuvo el árbol filogenético mediante MEGA X a partir de las secuencias descritas. Adicionalmente, se generó la representación gráfica LOGO a partir de la plataforma en línea WebLogo, versión 2.8.2. El análisis estadístico de la intensidad de las bandas (densitometría) se realizó con el paquete RCommander.

Resultados y discusión

A la secuencia obtenida, propia de *V. pubescens* se denominó VpEF1 α . En la Figura 1 del alineamiento de nucleótidos se observó

que los fragmentos son similares entre sí (salvo variaciones puntuales), que podrían explicarse como propias de la planta. De forma interesante se observó que el porcentaje de identidad (PI) de *VpEfl α* era el mismo al compararse con *CpEfl α* y *PtEfl α* con un valor de 91.33% mientras que, entre *CpEfl α* y *PtEfl α* el PI fue de 90.17% y entre *CpEfl α* y *TcEfl α* 92.49%, esto quiere decir que las secuencias tipo *Efl α* de papaya y cacao, se parecen más entre sí (lo que se aprecia también más adelante en el árbol filogenético). En este estudio, los porcentajes de identidad de las secuencias estudiadas son altos, superan en todos los casos el 84%. De forma general este efecto es el mismo en otras especies vegetales y ha permanecido constante durante la historia evolutiva de las mismas

evidenciando la importancia de los genes *Efl α* en estos organismos. Los genes que codifican para Elongation Factor son producto de una antigua duplicación de genes, que podría ser incluso anterior a la divergencia de todos los linajes de organismos existentes (Baldauf et al., 1996). Según Baldauf (1996), genes que codifican para EF están presentes ampliamente en los tres dominios: bacterias, eucariotas y arqueas. Siendo así que los autores propusieron que el origen de los organismos eucariotas procede de las arqueas, todo esto basado en secuencias EF. El hecho de que las secuencias se mantengan tan conservadas y similares indica que ya estaban presentes en LUCA (del inglés Last Universal Common Ancestor) (Leipe et al., 2002)

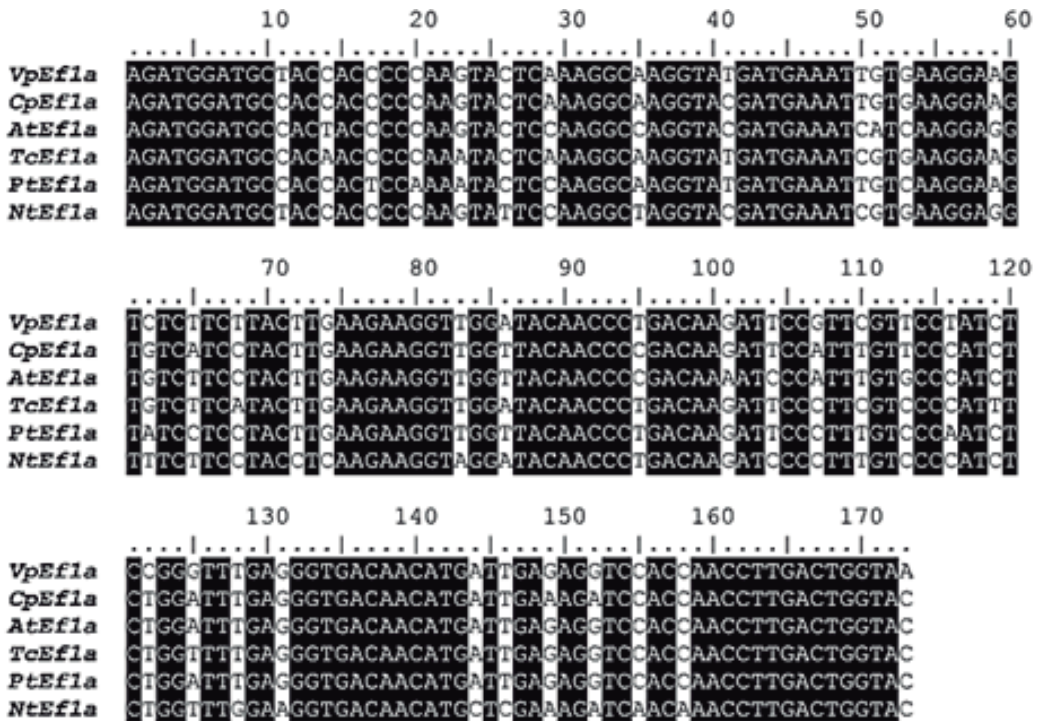


Figura 1. Alineamiento de nucleótidos de secuencias *Efl α* seleccionadas, los bloques negros representan que las secuencias son idénticas, los bloques blancos indican variación de nucleótidos.

Elaborado por: Cevallos, T. (2018).

A partir de las secuencias de nucleótidos traducidas a aminoácidos, se obtuvo cadenas peptídicas de 56 aa (aminoácidos) de longitud. El árbol filogenético (Figura 2) indicó que todas las secuencias compartieron un ancestro común, por lo tanto, están relacionadas entre sí.

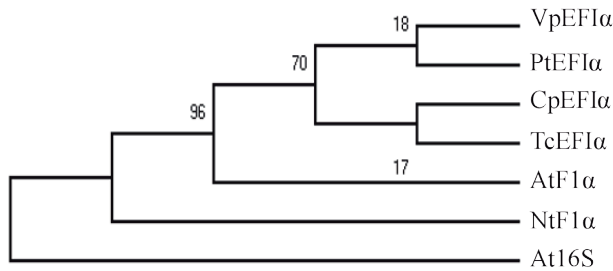


Figura 2. Análisis filogenético molecular de secuencias de aminoácidos tipo EF1α de especies seleccionadas y VpEF1α.

Elaborado por: Cevallos, T. (2018).

La secuencia proteica de VpEF1α se agrupó directamente con la secuencias de álamo, cacao y papaya formando un solo clado representado por I, este resultado es consistente con el hecho de que *C. papaya* guarda mayor relación con especies arbóreas al compartir un mayor número de genes relacionados con la expansión celular (Ming, 2018) y adicionalmente con que los genes de tipo EF1α están relacionados con el crecimiento y desarrollo (Liu et al., 2016). A pesar de que *A. thaliana* es una herbácea comparten el mismo orden (Brassicales) que *V. pubescens* y *C. papaya* lo que explicaría que comparta un ancestro común con el clado I pero no se encuentre dentro de este clado. Por otra parte, *N. tabacum* pertenece a la familia Solanaceae con orden Solanales, diferencias que podrían explicar que aparezca sola, como un clado diferente.

El diseño de WebLogo obtenido a partir de las secuencias proteicas, indicó un elemento



Figura 3. Gráfica WebLogo de las secuencias proteicas EF1α, la flecha gris representa una parte del elemento NKXD del dominio de unión GTP. El espiral representa una hélice y la flecha negra una hoja β plegada.

Elaborado por: Cevallos, T. (2018).

A través de una predicción proteica realizada con JPred4 (Drozdetskiy et al., 2015) se logró determinar la presencia de estructuras secundarias en la secuencia EF1 α que hemos detallado en la misma ilustración de WebLogo. Adicionalmente, una cadena de polipéptido de 17 aa con una estructura de tipo α -hélice y otra de 3 aa tipo lámina- β fue identificada.

Todo lo que se describió anteriormente se realizó con la finalidad de ilustrar que,

aunque se trataba de una secuencia de nucleótidos corta, pudimos aportar con información inédita sobre VpEF1 α .

El gel de electroforesis (Figura 4) y el análisis estadístico de la expresión relativa de VpEF1 α , no indicó ninguna diferencia significativa de la intensidad de las bandas en cada temperatura (25, 45, 55 °C). Por lo tanto, estadísticamente la intensidad fue la misma en las tres temperaturas establecidas.

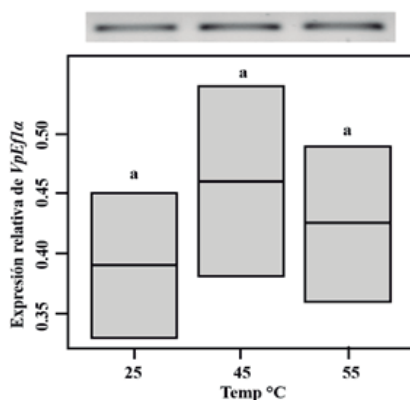


Figura 4. Expresión relativa del gen VpEF1 α a diferentes temperaturas, en la parte superior de la figura se aprecian bandas correspondientes a los productos de RT-PCR. Las letras iguales indican que no hay diferencia significativa con $p < 0.01$.

Elaborado por: Cevallos, T. (2018).

La estabilidad de un gen control bajo diferentes condiciones de estrés debe ser constante, a su vez, los genes de control interno adecuados varían entre cada planta y tejido de la misma. Estudios en melocotón cuestionaron la estabilidad de genes de referencia comúnmente conocidos como ARN ribosómico 18S, β -actina (ACT) la gliceraldehídos-3-fosfato deshidrogenasa (GAPDH). Sugieren que estos genes se deben utilizar con precaución como controles internos, ya que mostraron diferentes comportamientos en diferentes condiciones de experimento. La razón se sustenta en que estos genes no solo participan en el metabolismo celular sino en otros procesos celulares (Suzuki et al., 2000).

Si bien ya existe un estudio en donde EF1 α , ha sido utilizado como gen control en *V. pubescens* bajo estrés abiótico (Gaete-Eastman et al., 2009), los autores no presentan información de la secuencia del producto amplificado ni la caracterizaron. Aun así, el estudio de Gaete (2009) demuestra la estabilidad de esta secuencia putativa EF1 α como control interno incluso durante una PCR en tiempo real. Del mismo modo, EF1 α fue utilizado como housekeeping durante un estudio realizado en *C. papaya*, comprobando así la expresión constante del gen bajo condiciones abióticas (Chan-León et al., 2017). Adicionalmente, diferentes estudios, han comprobado que el mismo resulta ser estable bajo estrés biótico en tejidos de hoja

y raíz de manzana (*Malus domestica*) (Kumar & Singh, 2015). De igual manera, EF1α resultó ser el gen de control interno con mayor estabilidad para la prueba de estrés biótico; tizón tardío de la papa (*Solanum tuberosum*). Este mismo estudio comprueba la estabilidad del gen bajo estrés abiótico como el frío y estrés salino (Nicot et al., 2005). De igual manera, EF1α también resultó ser un gen estable, bajo estrés abiótico (calor, frío, hormonas, y deshidratación), así como, bajo estrés biótico (*Pseudoperonospora cubensis*) en pepino (*Cucumis sativus*) (Joseph et al., 2018). A pesar que, EF1α no ha sido utilizado como gen de control bajo estrés biótico en *V. pubescens* ni *C. papaya*, este sí ha sido utilizado como gen de control de estrés abiótico en estas especies (Gaete-Eastman et al., 2009; Zhu et al., 2012; Chan-León et al., 2017).

Conclusiones

Existe al menos una secuencia génica tipo EF1α para *V. pubescens* (chamburo), la secuencia de nucleótidos (y su traducción proteica) presentan características similares a secuencias EF1α conocidas en otras especies vegetales y respondió en este estudio in vivo, de forma constitutiva y homogénea como un prometedor gen de control interno bajo condiciones de estrés por calor. Se requieren más ensayos para determinar el comportamiento de este gen bajo otras condiciones experimentales abióticas y bióticas. Al no existir estudios de estrés biótico en *V. pubescens*, EF1α podría ser considerado como un gen de control interno prometedor en este tipo de investigación. Por lo que se recomienda realizar pruebas bajo este tipo de condiciones a la que la planta esté normalmente expuesta. Finalmente, se demostró la utilidad de este gen como control interno en *V. pubescens* bajo estrés abiótico en plántulas sometidas a temperatura.

Agradecimientos

Al Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) por los permisos concedidos (MAE-DNB-CM-2017-0063), a Rosa Vilatuña, por su apoyo incondicional y consejos. Este trabajo fue financiado por la UDLA (proyecto INV/F/PPI/1/0814).

Literatura Citada

- Andersen, G. R., Nissen, P., & Nyborg, J. (2003). Elongation factors in protein biosynthesis. *Trends in Biochemical Sciences*, 28(8), 434–441. [https://doi.org/10.1016/S0968-0004\(03\)00162-2](https://doi.org/10.1016/S0968-0004(03)00162-2)
- Antunes Carvalho, F., & Renner, S. S. (2012). A dated phylogeny of the papaya family (Caricaceae) reveals the crop's closest relatives and the family's biogeographic history. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 65(1), 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2012.05.019>
- Axelos, M., Bardet, C., Liboz, T., Le Van Thai, A., Curie, C., & Lescure, B. (1989). The gene family encoding the Arabidopsis thaliana translation elongation factor EF-1α: Molecular cloning, characterization and expression. *Molecular and General Genetics* MGG, 219(1–2), 106–112. <https://doi.org/10.1007/BF00261164>
- Baldauf, S. L., Palmer, J. D., & Doolittle, W. F. (1996). The root of the universal tree and the origin of eukaryotes based on elongation factor phylogeny. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 93(15), 7749–7754. <https://doi.org/10.1073/pnas.93.15.7749>
- Barsalobres-Cavallari, C. F., Severino, F. E., Maluf, M. P., & Maia, I. G. (2009). Identification of suitable internal control genes for expression studies in *Coffea arabica* under different experimental conditions. *BMC Molecular Biology*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1471-2199-10-1>

- Bolger, A., Scossa, F., Bolger, M. E., Lanz, C., Maumus, F., Tohge, T., ... Fernie, A. R. (2014). The genome of the stress-tolerant wild tomato species *Solanum pennellii*. *Nature Genetics*, 46(9), 1034–1038. <https://doi.org/10.1038/ng.3046>
- Chan-León, A. C., Estrella-Maldonado, H., Dubé, P., Fuentes Ortiz, G., Espadas-Gil, F., Talavera May, C., ... Santamaría, J. M. (2017). The high content of β -carotene present in orange-pulp fruits of *Carica papaya* L. is not correlated with a high expression of the CpLCY- β 2 gene. *Food Research International*, 100(August), 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.017>
- Chomczynski, P., & Sacchi, N. (1987). Single-step method of RNA isolation by acid guanidinium thiocyanate-phenol-chloroform extraction. *Analytical Biochemistry*, 162(1), 156–159. [https://doi.org/10.1016/0003-2697\(87\)90021-2](https://doi.org/10.1016/0003-2697(87)90021-2)
- Condeelis, J. (1995). Elongation factor 1 alpha, translation and the cytoskeleton. *Trends in Biochemical Sciences*, 20(5), 169–170.
- d'Eeckenbrugge, G. C., Drew, R., Kyndt, T., & Scheldeman, X. (2014). *Vasconcellea* for Papaya Improvement. In *Genetics and Genomics of Papaya* (pp. 47–79). New York, NY: Springer New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8087-7_4
- Dever, T. E., Glynias, M. J., & Merrick, W. C. (1987). GTP-binding domain: Three consensus sequence elements with distinct spacing. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 84(7), 1814–1818. <https://doi.org/10.1073/pnas.84.7.1814>
- Drozdetskiy, A., Cole, C., Procter, J., & Barton, G. J. (2015). JPred4: A protein secondary structure prediction server. *Nucleic Acids Research*, 43(W1), W389–W394. <https://doi.org/10.1093/nar/gkv332>
- Duarte, O., & Paull, R. E. (n.d.). Exotic fruits and nuts of the New World.
- Eisenberg, E., & Levanon, E. Y. (2013). Human housekeeping genes, revisited. *Trends in Genetics*, 29(10), 569–574. <https://doi.org/10.1016/j.tig.2013.05.010>
- Gaete-Eastman, C., Figueroa, C. R., Balbonín, C., Moya, M., Atkinson, R. G., Herrera, R., & Moya-León, M. A. (2009). Expression of an ethylene-related expansin gene during softening of mountain papaya fruit (*Vasconcellea pubescens*). *Postharvest Biology and Technology*, 53(1–2), 58–65. <https://doi.org/10.1016/J.POSTHARVBIO.2009.03.007>
- Gonen, H., Smith, C. E., Siegel, N. R., Kahana, C., Merrick, W. C., Chakraborty, K., ... Ciechanover, A. (1994). Protein synthesis elongation factor EF-1 alpha is essential for ubiquitin-dependent degradation of certain N alpha-acetylated proteins and may be substituted for by the bacterial elongation factor EF-Tu. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(16), 7648–7652. <https://doi.org/10.1073/pnas.91.16.7648>
- Gonsalves, D. (2004). Transgenic Papaya in Hawaii and Beyond.
- Jain, M., Nijhawan, A., Tyagi, A. K., & Khurana, J. P. (2006). Validation of housekeeping genes as internal control for studying gene expression in rice by quantitative real-time PCR. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 345(2), 646–651. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2006.04.140>
- Joseph, J. T., Poolakkalody, N. J., & Shah, J.

- M. (2018). Plant reference genes for development and stress response studies. *Journal of Biosciences*, 43(1), 173–187. <https://doi.org/10.1007/s12038-017-9728-z>
- Kumar, G., & Singh, A. K. (2015). Reference gene validation for qRT-PCR based gene expression studies in different developmental stages and under biotic stress in apple. *Scientia Horticulturae*, 197, 597–606. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.10.025>
- Leipe, D. D., Wolf, Y. I., Koonin, E. V., & Aravind, L. (2002). Classification and evolution of P-loop GTPases and related ATPases. *Journal of Molecular Biology*, 317(1), 41–72. <https://doi.org/10.1006/jm-bi.2001.5378>
- Li, Q.-F., Sun, S. S. M., Yuan, D.-Y., Yu, H.-X., Gu, M.-H., & Liu, Q.-Q. (2010). Validation of Candidate Reference Genes for the Accurate Normalization of Real-Time Quantitative RT-PCR Data in Rice During Seed Development. *Plant Molecular Biology Reporter*, 28(1), 49–57. <https://doi.org/10.1007/s11105-009-0124-1>
- Liu, J. H., Li, Y. C., Zhang, J., Gao, P. Z., Wang, A. B., Zhang, N., ... Jin, Z. Q. (2016). Banana MaEF1A facilitates plant growth and development. *Biologia Plantarum*, 60(3), 435–442. <https://doi.org/10.1007/s10535-016-0613-7>
- Løvdaal, T., & Lillo, C. (2009). Reference gene selection for quantitative real-time PCR normalization in tomato subjected to nitrogen, cold, and light stress. *Analytical Biochemistry*, 387(2), 238–242. <https://doi.org/10.1016/j.ab.2009.01.024>
- Luo, H. L., Luo, L. P., Guan, B. C., Li, E. X., Xiong, D. J., Sun, B. T., ... Yang, B. Y. (2014). Evaluation of candidate reference genes for RT-qPCR in lily (*Lilium brownii*). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89(3), 345–351. <https://doi.org/10.1080/14620316.2014.11513089>
- Ming, R., Hou, S., Feng, Y., Yu, Q., Dionne-Laporte, A., Saw, J. H., ... Alam, M. (2008). The draft genome of the transgenic tropical fruit tree papaya (*Carica papaya* Linnaeus). *Nature*, 452(7190), 991–996. <https://doi.org/10.1038/nature06856>
- Nicot, N., Hausman, J. F., Hoffmann, L., & Evers, D. (2005). Housekeeping gene selection for real-time RT-PCR normalization in potato during biotic and abiotic stress. *Journal of Experimental Botany*, 56(421), 2907–2914. <https://doi.org/10.1093/jxb/eri285>
- Numata, O., Kurosawa, Y., Gonda, K., & Watanabe, Y. (2000). Tetrahymena Elongation Factor-1 Is Localized with Calmodulin in the Division Furrow. *Journal of Biochemistry*, 127(1), 51–56. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jbchem.a022583>
- Ohta, K., Toriyama, M., Miyazaki, M., Murofushi, H., Hosoda, S., Endo, S., & Sakai, H. (1990). The mitotic apparatus-associated 51-kDa protein from sea urchin eggs is a GTP-binding protein and is immunologically related to yeast polypeptide elongation factor 1 alpha. *The Journal of Biological Chemistry*, 265(6), 3240–3247.
- Ploetz, C., & Ploetz, R. C. (n.d.). INTERNATIONAL COMMISSION ON TROPICAL BIOLOGY AND NATURAL RESOURCES-Tropical Fruit Crops and the Diseases that Affect Their Production-R TROPICAL FRUIT CROPS AND THE DISEASES THAT AFFECT THEIR PRODUCTION.
- Ransom-Hodgkins, W. D. (2009). The application of expression analysis in elucidating the eukaryotic elongation factor one alpha gene family in *Arabidopsis thaliana*. *Molecu-*

- lar Genetics and Genomics, 281(4), 391–405. <https://doi.org/10.1007/s00438-008-0418-2>
- Scheldeman, X., Willemen, L., Coppens d'Eeckenbrugge, G., Romeijn-Peeters, E., Restrepo, M. T., Romero Motoche, J., ... Goetgebeur, P. (2006). Distribution, diversity and environmental adaptation of highland papayas (*Vasconcellea* spp.) in tropical and subtropical America. In *Plant Conservation and Biodiversity* (pp. 293–310). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6444-9_19
- Suhandono, S., Apriyanto, A., & Ihsani, N. (2014). Isolation and Characterization of Three Cassava Elongation Factor 1 Alpha (MeEF1A) Promoters. *PLoS ONE*, 9(1), e84692. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084692>
- Suzuki, T., Higgins, P. J., & Crawford, D. R. (2000). Control Selection for RNA Quantitation. *BioTechniques*, 29(2), 332–337. <https://doi.org/10.2144/00292rv02>
- Tong, Z., Gao, Z., Wang, F., Zhou, J., & Zhang, Z. (2009). Selection of reliable reference genes for gene expression studies in peach using real-time PCR. *BMC Molecular Biology*, 10(1), 71. <https://doi.org/10.1186/1471-2199-10-71>
- Turabelidze, A., Guo, S., & DiPietro, L. A. (2010). Importance of housekeeping gene selection for accurate reverse transcription-quantitative polymerase chain reaction in a wound healing model. *Wound Repair and Regeneration*, 18(5), 460–466. <https://doi.org/10.1111/j.1524-475X.2010.00611.x>
- Yamaji, Y., Sakurai, K., Hamada, K., Komatsu, K., Ozeki, J., Yoshida, A., ... Hibi, T. (2010). Significance of eukaryotic translation elongation factor 1A in tobacco mosaic virus infection. *Archives of Virology*, 155(2), 263–268. <https://doi.org/10.1007/s00705-009-0571-x>
- Zhu, X., Li, X., Chen, W., Chen, J., Lu, W., Chen, L., & Fu, D. (2012). Evaluation of new reference genes in papaya for accurate transcript normalization under different experimental conditions. *PloS One*, 7(8), e444405. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0044405>



CO₂ crecimiento económico y densidad poblacional: un análisis de economías en vías de desarrollo

CO₂ emissions, economic growth and population density: an analysis of developing economies

Wilman Santiago Ochoa-Moreno¹, Priscilla Massa-Sánchez², Liz Valle-Carrión³, Génesis Carolina Torres⁴,

¹ Jefe de Métodos Cuantitativos e investigador del Departamento de Economía, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja Ecuador, San Cayetano alto y París.

² Investigador del Departamento de Economía, Universidad Técnica Particular de Loja. San Cayetano alto y París

³ Investigador del Departamento de Ciencias Empresariales, Universidad Técnica Particular de Loja. San Cayetano alto y París

⁴ Asistente de investigación del Departamento de Economía, Universidad Técnica Particular de Loja

Correspondencia: wsochoa@utpl.edu.ec; pmasa@utpl.edu.ec; lavalle1@utpl.edu.ec; gctorres7@utpl.edu.ec

Resumen

En este trabajo se explora la validez de la hipótesis de la curva de medio ambiente de Kuznets (EKC) para 12 países de América Latina y se prueba si existe evidencia que un país ha reducido las emisiones de dióxido de carbono ya que sus ingresos han aumentado también, y cómo afecta el crecimiento poblacional en las emisiones de CO₂. Para esto se estimó un modelo de panel de efectos fijos, donde se obtuvo que las variaciones del logaritmo de Producto interno bruto de cada país influyen en 0.30 en las variaciones del logaritmo de las emisiones de CO₂ también se determinó que existe una relación negativa entre el crecimiento poblacional y el logaritmo de las emisiones de CO₂, esto se da por que en países o en años donde la población decrece, sigue incrementando las emisiones de CO₂.

Palabras clave: Medio ambiente, modelo de panel, América Latina

Abstract

This paper explores the validity of the Kuznets environmental curve (EKC) hypothesis for 12 countries in Latin America and tests whether there is evidence that a country has reduced carbon dioxide emissions as its income has increased. Also, and how it affects the population growth in the CO₂ emissions. For this a model of fixed effects panel was estimated, where it was obtained that the variations of the logarithm of gross domestic product of each country influence in 0.30 in the variations of the logarithm of the CO₂ emissions. It was also determined that there is a negative relationship between population growth and the logarithm of CO₂ emissions, this occurs because in countries or in years where the population decreases, it continues to increase CO₂ emissions.

Key words: Environment, panel model, Latin America.



Introducción

La combustión de productos orgánicos primordialmente los derivados del petróleo desde la revolución industrial unido a la deforestación causada por la actividad humana han incrementado en gran medida el nivel de concentración del CO₂ en la atmósfera. Es transcendental mencionar que los combustibles fósiles más utilizados son el carbón, el gas natural y el petróleo. Al producirse la combustión de los combustibles fósiles, el carbón contenido es devuelto casi por completo como CO₂ y estos son usados principalmente por los sectores energéticos, transporte y producción industrial (Benito, 2016).

Bajo esta premisa, el legado de emisiones de gases invernadero y el creciente consumo mundial de energía, parece inevitable un mayor calentamiento de la tierra. Esta velocidad de cambio está amenazando a los sistemas sociales y ambientales, que no pueden adaptarse al mismo ritmo. Se incrementan eventos meteorológicos extremos, con graves consecuencias en todos los ámbitos. A menudo la presencia de estos fenómenos se relaciona directamente con el aumento de emisiones de los gases efecto invernadero producidas por las actividades humanas. Para contrarrestar estos impactos negativos surgen iniciativas nacionales e internacionales con el objetivo de reducir las emisiones en la atmósfera principalmente dióxido de carbono –CO₂.

Las nuevas estimaciones de la FAO sobre los gases de efecto invernadero muestran que las emisiones procedentes de la agricultura, la silvicultura y la pesca se han casi duplicado en los últimos cincuenta años, y podrían aumentar en un 30 por ciento adicional para 2050, si no se lleva a cabo un esfuerzo mayor para reducirlas. Una de las estadísticas más referidas en las evaluaciones de los recursos forestales es la pérdida neta de área de

bosque, en este campo, la pérdida de área forestal en el mundo entre los años 1990 y 2005 fue de 3.2%, un área equivalente a Panamá, Dinamarca y Estonia (FAO, 2010). En América Latina y el Caribe también existe el mismo comportamiento, el cual muestra una tendencia de crecimiento de las emisiones de CO₂. Sólo cuatro países presentan tendencias a la baja entre 2000 y 2010: Belice, Guatemala, Jamaica y República Dominicana. Además, durante los últimos 20 años solo en seis países se ha incrementado la superficie cubierta por bosques: Chile, Costa Rica, Cuba, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía y Uruguay (CEPAL, 2015). En el último ranking de los países que más CO₂ (dióxido de carbono) emiten, realizado por la Comisión Europea, se sitúa a Brasil y México como los dos países iberoamericanos que más contaminan. Ambos estados están entre los 20 primeros de la lista. Brasil se sitúa en el puesto 15 emitiendo 486.229 kilotonnes de CO₂ y México le sigue con 472.017 kilotonnes.

Los países iberoamericanos que también constan en la lista son Argentina, Venezuela, Chile y Colombia siendo los menos contaminantes Puerto Rico, Nicaragua y Paraguay. Nicaragua es uno de los tres países que no forma parte del Acuerdo de París (los otros dos son Siria y recientemente EE. UU.).

En este contexto el Protocolo de Kioto, el primer acuerdo internacional para afrontar el cambio climático, estipula que los países industrializados, históricamente responsables de la mayor cantidad de emisiones a la fecha, deben actuar primero para frenar las emisiones, dando tiempo a los países en desarrollo para que sus economías crezcan y aumenten el estándar de vida de sus habitantes.

Con esta perspectiva es necesario observar la dinámica económica ambiental en América

Latina, con el fin de verificar si existe o no una relación entre crecimiento económico y degradación ambiental, es decir, al verificar la existencia de la CKA en Latinoamérica y posteriormente identificar su relación con la tasa de crecimiento de la población y las emisiones de CO₂

Revisión de la literatura

Kuznets

Kuznets (1995) planteó la hipótesis respecto a la relación entre la desigualdad de ingresos y el crecimiento económico tiene forma de U invertida; es decir, al inicio del proceso de desarrollo se evidencia una distribución del ingreso bastante equitativa. No obstante, a medida que se acelera el crecimiento económico, la relación equidad/ingreso per cápita se deteriora, hasta alcanzar un nivel máximo de desigualdad (turning point); a partir de este punto, conforme aumenta el ingreso la equidad mejora (Cuevas y Santos 2006). Desde la publicación de Shafik y Bandyopadhyay (1992). Se ha aplicado la relación equidad/ingreso al campo de los estudios medio ambientales, lo que ha permitido concluir que la relación que existe entre crecimiento económico y deterioro de las condiciones ambientales presenta la forma de una U invertida, es a esta relación que se le denomina Curva de Kuznets Ambiental (CKA). En el campo de la economía ambiental dicha curva se ha convertido en uno de los temas más relevantes y ha generado intensos debates (Grossman y Kruger, 1991).

La CKA establece que un país, en sus primeras etapas de desarrollo, genera pérdidas necesarias en términos de calidad del medio ambiente, las cuales se compensarán a futuro con las ganancias que surgen una vez que se supera un umbral o punto máximo de renta per cápita, ya que el continuo aumento del producto provocará un mejoramiento de la calidad ambiental (Stern y Common, 2001;

Nahman y Antrobus, 2005). De esta manera, y conforme con la CKA, la degradación ambiental es un costo necesario para sostener el proceso de crecimiento en sus etapas más tempranas, pero una vez superado determinado nivel crítico, sucesivos aumentos de producto redundan en mejoras en la calidad ambiental (Zilo, 2012; Catalán, 2014).

La hipótesis de la CKA implica esencialmente aspectos de política pública, ya que tanto el deterioro como el mejoramiento de la calidad ambiental son generados por el crecimiento económico (Galeotti et al., 2006; Catalán, 2014) Además, si la degradación ambiental es imprescindible en las etapas tempranas del crecimiento económico, la mejor manera de mejorar la calidad del medio ambiente es que los países aceleren considerablemente su crecimiento económico (Beckerman, 1992). En la CKA se presentan tres efectos: escala, composición y tecnología (Grossman y Krueger, 1991). El efecto escala, es el proceso en el que el deterioro en la calidad ambiental es necesario para sostener el crecimiento económico. El efecto composición se basa en el criterio de que el crecimiento económico implica cambios en la estructura productiva, y se explica porque en la medida que el proceso de industrialización llega a su punto máximo genera también el crecimiento del sector servicios, cambiando la composición de la economía sectorial. El efecto tecnología, plantea que las naciones más desarrolladas tienen mayor capacidad para invertir en innovación y desarrollo de tecnologías limpias, con esto el efecto escala disminuye. De esta manera, el efecto escala se produce en las etapas tempranas de crecimiento de los países con bajos niveles de ingreso, así la relación entre deterioro ambiental e ingreso per cápita llega a un punto de inflexión (turning point). Mientras que, los efectos composición y tecnología surgen cuando la economía alcanza el nivel máximo de desarrollo, ya que el deterioro

ambiental se detiene y los ingresos siguen aumentando (Rothman, 1998).

En otro aspecto, si los bienes y servicios ambientales se utilizan como bienes de consumo de insumo en el proceso productivo, es necesario considerar su correspondiente elasticidad ingreso (Shaik y Bandyopadhyay, 1992; Tilton, 1990; Bruyn, and Opschoor, 1997; Goldemberg, 1992). La mejora de la calidad ambiental como necesidad, se convierte en prioritaria solamente cuando los individuos han cubierto sus necesidades básicas -alimentación, educación, vivienda, salud-; así, el segmento más pobre de la sociedad exigirá mejoras en la calidad ambiental, en la medida en que sus necesidades estén cubiertas. De esta manera, las personas que alcanzan un determinado nivel de vida darán un mayor valor a los bienes y servicios ambientales, y su disposición a pagar por ellos será superior al crecimiento del ingreso (Jusmet y Padilla, 2003); además, mientras más desarrollada es una sociedad, su nivel de educación y su capacidad técnica también son mayores, lo que repercute en un mayor nivel de exigencia de política pública, regulación y monitoreo (Justmet y padilla, 2003; Dinda, 2004). Hay que tomar en cuenta que las personas que viven en el sector rural dependen directamente de los recursos naturales, y son los más perjudicados con la disminución de su cantidad o calidad; consecuentemente, estas personas no necesitan incrementar notablemente sus ingresos para demandar una mejor calidad ambiental, su disposición a pagar es elevada, sin embargo, su capacidad de pago depende de su nivel ingreso (Dasgupta et al., 2000; Zilo, 2012). Ante incrementos en el ingreso la capacidad de consumo también aumenta, esto se puede traducir en una mayor presión sobre los recursos y en el deterioro del medio ambiente.

Los países desarrollados cuentan con un

robusto marco institucional, y tanto la regulación ambiental como el grado de apertura comercial tienden a ser más fuertes que en los países menos desarrollados (Panayotou, 1997; Hettige et al., (2000); Bhattarai y Hamming, 2001; Jenkins, 2003; Cole y Neumayer, 2005; Kearsley y Riddel, 2010). Esto hace que los países menos desarrollados sean preferidos para localizar industrias intensivas en contaminación, como una manera de escapar de la legislación ambiental coercitiva vigente en los países desarrollados (Zilo, 2012).

De la Curva de Kuznets Ambiental (CKA) se deriva otra hipótesis, la Curva de Kuznets de Carbono (CKC), cuyo estudio se ha tornado decisivo al momento de diseñar política pública y aplicar medidas de adaptación y mitigación para contrarrestar los efectos del cambio climático. Si el cambio climático es un problema global para Schelling (Schelling, 1992), es ilógico que solamente los países desarrollados tengan una fuerte institucionalidad y un marco legal riguroso en aspectos medioambientales, mientras que los países menos desarrollados son considerados paraísos de contaminadores y son más vulnerables a los efectos del cambio climático. El análisis de la CKC en los países menos desarrollados es relevante porque sus emisiones de CO₂ se han incrementado en los últimos años, mientras que en los países desarrollados ha sucedido lo contrario (International, Energy agency, 2011). En América Latina y El Caribe, la vulnerabilidad al cambio climático está determinada por las características de sus ecosistemas, la densidad poblacional, la superficie de terreno, la infraestructura, los cambios en el uso del suelo, los cultivos, la creciente urbanización (Sunkel, 2012), la composición de sus matrices energéticas -intensivas en carbono, la desigualdad en la distribución del ingreso y la deforestación (Zilo, 2012). En este contexto, la CKC y el consecuente análisis de la relación entre CO₂

y producto, es relevante al momento de diseñar política pública orientada a la adaptación y mitigación de efectos del cambio climático en las áreas vulnerables de cada país.

A nivel internacional, los estudios que se han realizado sobre sobre la CKC presentan evidencia contradictoria respecto a la relación que existe entre la cantidad de emisiones de CO₂ y el Producto Interno Bruto (PIB), así (Martínez-Zarzoso et al., 2007; Galeotti et al., 2006, Munet et al., 2016) concluyen una relación positiva entre las dos variables; sin embargo, para (Dinda y Coondoo, 2006) no existe relación de largo plazo entre estas variables. Indudablemente, los resultados han dependido de la metodología y de los datos utilizados en las investigaciones. Hay trabajos que utilizan escenarios de panel como el de Bertinelli y Strobl, (2005) que concluyen que la relación entre emisiones de CO₂ y producto es mayor cuando los ingresos son bajos, y se estabiliza cuando los ingresos se incrementan; por su parte Poudel et al., (2016), concluye una relación en forma de N entre las emisiones de CO₂ que provienen de la quema de combustibles fósiles y la renta per cápita.

Desde la perspectiva de Barrios y Strobl (2009), plantean que las diferentes capacidades tecnológicas utilizadas en el proceso productivo, son el soporte para el surgimiento de la U-invertida a escala regional. Williamson (2005), considera la posibilidad de una relación inicialmente creciente y luego decreciente entre la desigualdad regional y el crecimiento nacional, argumentando que si bien el stock de recursos naturales entre regiones es diferente, éste determina en primer lugar la localización de las zonas industriales de transformación de estos recursos, en segundo lugar la movilidad de mano de obra hacia estas zonas, y en tercer lugar el beneficio de la política pública que privilegia estas zonas. También se ha asocia-

do directamente a la CKC con las condiciones de desigualdad y pobreza de los países, (Williamson, 2005) argumentan que el aumento de la desigualdad, medida por el índice de Gini, se asocia a la generación de mayores contaminantes.

Emisiones de CO₂ en el contexto latinoamericano

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el taller sobre los gases de efecto invernadero (GEI) muestran que las emisiones en Latinoamérica se han duplicado en los últimos años y seguirán aumentando si no se lleva a cabo un esfuerzo mayor para reducirlas. Los nuevos datos de la FAO proporcionan también una visión detallada de las emisiones del uso de energía en el sector agrícola a partir de fuentes tradicionales de combustible, incluyendo la electricidad y los combustibles fósiles quemados para mover maquinaria agrícola, bombas de riego y buques pesqueros. Estas emisiones superaron los 785 millones de toneladas de CO₂ eq en 2010, con un crecimiento del 75 por ciento desde 1990 (FAO, 2014).

Según la base de datos FAOSTAT, las emisiones agrícolas en la región latinoamericana crecieron de 388 millones de toneladas de equivalentes de dióxido de carbono (CO₂ eq) en 1961, a más de 900 millones de toneladas en 2010. Las emisiones netas forestales y las asociadas mostraron una fuerte disminución en los últimos años, quedando en promedio alrededor de unos 1500 millones de toneladas durante el 2000.

Un aporte al estudio del cambio climático de Zilio (2008), Emisiones de dióxido de carbono en América Latina, señala que las mayores concentraciones de gases de efecto invernadero en la troposfera provienen de la actividad humana. En este contexto, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂)

juegan un rol preponderante, puesto que son la principal causa del calentamiento global. Más escasos estudios han sido los realizados específicamente para América Latina y el Caribe. En este sentido cabe mencionar los estudios para América Latina de; Correa et al., (2005) para Colombia; y, Lipford y Yandle, (2010) para México.

Metodología

Para examinar la relación entre las emisiones de dióxido de carbono, el ingreso nacional y la densidad poblacional, que es una modificación de la curva de Kuznets ambiental (EKC), se utilizaron las siguientes variables:

Tabla 1. Variables del modelo

Variable	Detalle	Fuente
CO2	Emisiones de carbono expresado en toneladas, Las emisiones de dióxido de carbono son las derivadas de la quema de combustibles fósiles y la fabricación de cemento. Incluyen el dióxido de carbono producido durante el consumo de combustibles sólidos, líquidos y gaseosos y la quema de gas.	World Bank 2016
PIB	Producto interno bruto expresado en USD actuales es el conjunto de bienes y servicios producidos en cada país cada año	World Bank 2016
POB	Tasa de crecimiento de la Población en porcentajes, es la tasa de incremento de la población por cada país.	World Bank 2016

La ecuación es la siguiente:

$$\text{LNCO}_{2it} = \alpha + \text{LNPIB}_{it} + \text{POB}_{it} + \mu_{it}$$

Donde:

- LNCO₂ es el logaritmo de la emisión de CO₂
- LNPIB (GDP) es el logaritmo del producto interno bruto
- POB es la tasa de crecimiento de la población
- i es la identificación de cada país
- t es el periodo de análisis (años)

Para el modelo se consideró el logaritmo natural de las variables CO₂ y PIB puesto que se encontraban en diferentes medidas y se dejó en porcentajes la tasa de población para considerar el incremento y decremento de esta.

Resultados y discusión

Para cumplir con el objetivo de la investigación se analizó primero las tendencias de las variables en cada país (figura 1 y 2).

Cada número corresponde a la información de un país cómo se muestra en la tabla 2

Tabla 2. Códigos utilizados para el análisis gráfico de cada país.

Código	País
1	Argentina
2	Bolivia
3	Brasil
4	Chile
5	Colombia
6	Ecuador
7	Guyana
8	Paraguay
9	Perú
10	Surinam
11	Uruguay
12	Venezuela

En la figura 1 se observa que la relación es directa entre el logaritmo de las emisiones de CO₂ y el logaritmo del PIB en el periodo 1970-2016. Sin embargo, en los últimos años

países como Argentina, Brasil, Ecuador y Venezuela presentan una tendencia a la baja del PIB, pero incremento en el logaritmo de las emisiones.

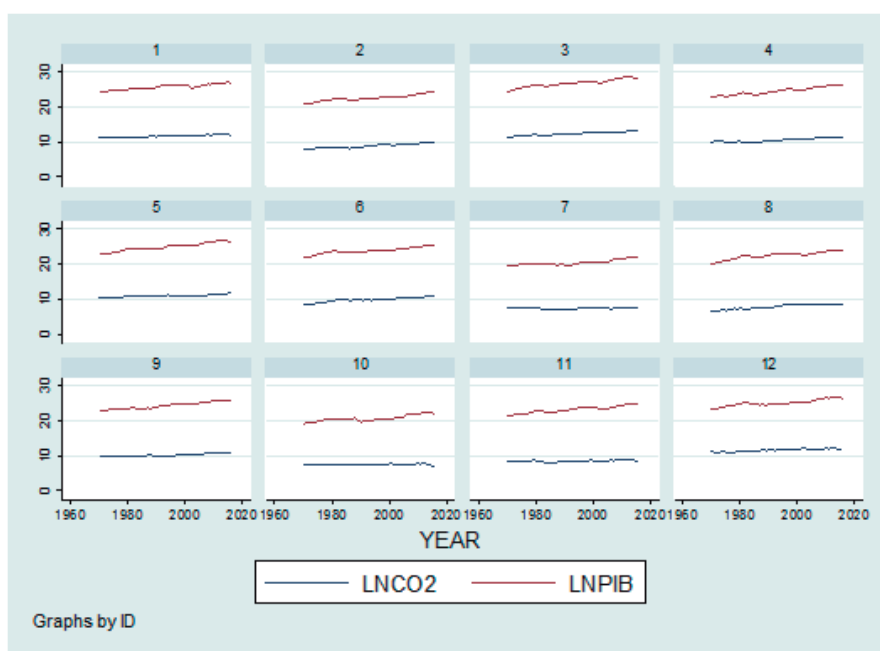


Figura 1. Relación entre logaritmo de emisiones de CO₂ y logaritmo del PIB

La figura 2 muestra una relación inversa entre el logaritmo de las emisiones de CO₂ y la población, esto se da debido a que la tasa de crecimiento de la población ha disminui-

do en los últimos años incluso en algunos periodos de tiempo y años esta tasa es negativa para varios países.

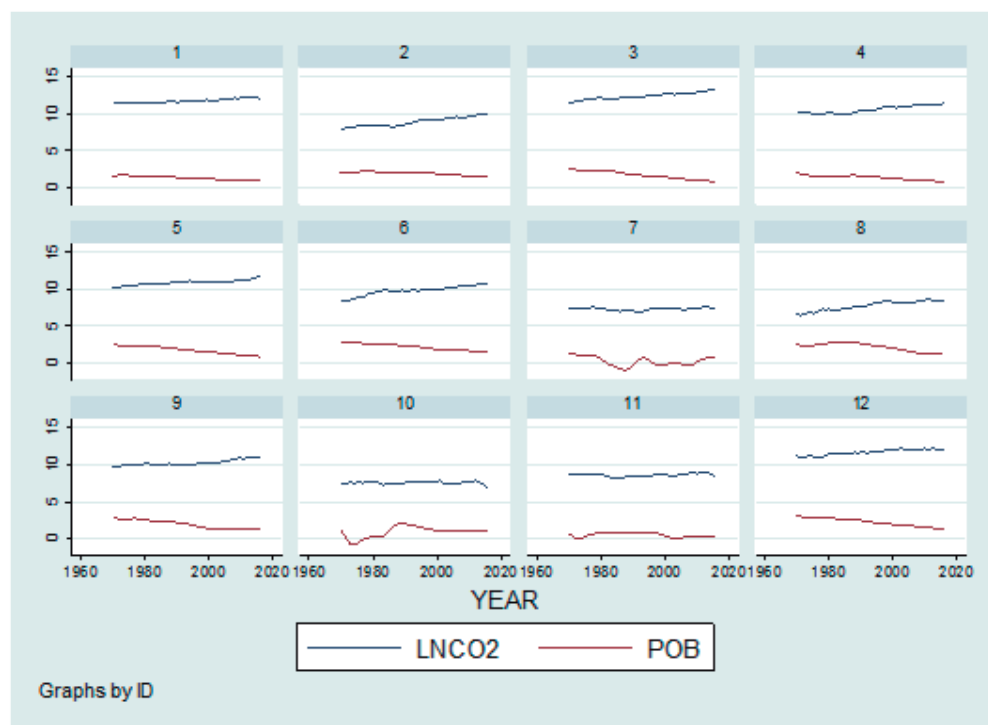


Figura 2. Relación entre el logaritmo de las emisiones de CO₂ y la tasa de crecimiento población en los doce países de estudio.

Para ahondar más en la relación se estableció un modelo de regresión con datos de panel, previa selección del mejor modelo con datos de paneles fijos o aleatorios, para lo cual se realizó el test de Hausman.

Test de Hausman para efectos fijos

Para decidir cuál es el estimador estático (fijo o variable) más adecuado para una regresión de panel Wooldridge (2016) emplea el Test de Hausman el cual compara los datos obtenidos por medio de los estimadores de efectos fijos y aleatorios e identifica si las diferencias entre ellos son significativas.

La hipótesis nula comprueba la existencia de

no correlación entre los xi y las variables explicativas.

H₀: No diferencia sistemática entre los coeficientes

H₁: Diferencia sistemática entre los coeficientes

Con lo cual si la probabilidad chi² es mayor a 0.05 rechaza H₀, es decir, no hay correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas, lo que indica que el estimador aleatorio debe ser utilizado, en el caso contrario se utilizará el estimador de efectos fijo, para un mejor resultado se utilizó sigmaless en el análisis de resultados.

Tabla 3. Test de Hausman

	(b)	(B)	(b-B)	sqrt(diag(V_b-V_B))
	fe	re	Difference	S.E.
LNGDP	0.3056204	0.3282773	-0.0226569	0.0031354
POP	-0.1798618	-0.1448418	-0.03502	0.0054043
chi2(2) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b - B)				
= 54.99				
Prob>chi2 = 0.0000				

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg

B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

Dado que la probabilidad chi2 es menor que 0.05 se rechaza H0 por lo cual se trabajará con efectos fijos. Una posibilidad es explicar los datos con el modelo de efectos fijos considera que existe un término constante diferente para cada individuo, y supone que los efectos individuales son independientes entre sí. Con este modelo se considera que las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal y que éstas se diferencian por características propias de

cada una de ellas, medidas por medio del intercepto.

Panel con estimador de efectos fijos

Dada la prueba anterior se estimó el modelo de Panel con datos fijos, a través del software panel se aplicó estadísticos robustos para que la estimación sea adecuada y evitar cualquier problema de Heterocedasticidad. Los resultados se presentan a continuación.

Tabla 3. Resultados de la regresión de efectos fijos con datos de panel

LNCO2	Coef.	Std. Err.	t	P>t	P>t	[95% Conf.	Interval]
LNGDP	0.3056204	0.0538824	5.67	0.000	0.187026	0.4242149	
POB	-0.1798618	0.0705856	-2.55	0.027	-0.3352197	-0.0245039	
_cons	2.819.004	1.310.617	2.15	0.055	-0.0656434	5.703.652	
sigma_u	12.462.553						
sigma_e	0.25434474						
rho	0.9600139				(fraction of variance due to ui)		

Como se puede ver en la tabla 3, Las variables analizadas presentaron resultados significativos, es decir, se rechaza la hipótesis nula de no relación entre las variables analizadas y el logaritmo de las emisiones de CO2. Tanto los valores p del logaritmo del PIB como el de la población son menores a 0.05 por lo tanto son significativos. Es decir,

si el logaritmo del PIB incrementa en 1 unidad, el logaritmo de las emisiones incrementará en 0.31. Mientras que a pesar de que la tasa de crecimiento de la población disminuya en 1 unidad el logaritmo de las emisiones de CO2 seguirá incrementando en 0.178 unidades.

Conclusiones

El modelo panel ajustado con efecto fijo arroja resultados consistentes con la teoría de renta de Kuznets, que explica la forma en que el valor de las emisiones se incrementa de acuerdo con las variaciones del logaritmo del PIB y con la tasa de crecimiento de la población. Sin embargo, es importante resaltar que si la población se incrementa podría generar más contaminación, esto podría estar ligado a otras variables como edad, educación, cultura o tipo de trabajo, lo cual es un tema interesante para futuras publicaciones. Es preciso enfatizar que el crecimiento debe ir acompañado de políticas que fomenten el desarrollo sostenible. Así mismo, los bienes y servicios ambientales se utilizan como bienes de consumo e insumo en el proceso productivo, por aquello se debe considerar la mejora de la calidad ambiental como necesidad, pues, aunque la población decrezca, la contaminación sigue en aumento.

Literatura Citada

- Barrios, S., y Strobl, E. (2009). The dynamics of regional inequalities. *Reg. Sci. Urban Econ*, vol. 39, no. 5, pp. 575–591.
- Beckerman, W. (1992). Economic growth and the environment: Whose growth? Whose environment?. *World Dev*, vol. 20, no. 4, pp. 481–496.
- Benito, Y. (2016). Guía específica de Trabajo sobre y Cambio Climático,” Programa Investiga I+D+i - Documentación de ediciones anteriores. [Online]. Available: http://programainvestiga.org/documentacion_historica.php. [Accessed: 21-Mar-2019].
- Bertinelli, L., y Strobl, E. (2005). The environmental Kuznets curve semi-parametrically revisited. *Econ. Lett*, vol. 88, no. 3, pp. 350–357.
- Bhattarai, M., y Hamming, M. (2001). Institutions and the environmental Kuznets curve for deforestation: a crosscountry analysis for Latin America, Africa and Asia. *World Dev*, vol. 29, no. 6, pp. 995–1010.
- Catalán, H. (2014) “Curva ambiental de Kuznets: implicaciones para un crecimiento sustentable,” *Econ. Inf*, vol. 389, pp. 19–37.
- CEPAL, (2015). Emisiones de CO2 en América Latina y el Caribe | Infografía | Comisión Económica para América Latina y el Caribe. [Online]. Available: <https://www.cepal.org/es/infografias/crecimiento-de-las-emisiones-de-co2-en-america-latina>. [Accessed: 25-Mar-2019].
- Cole, M., y Neumayer, E. (2005). Environmental policy and the environmental kuznets curve: can developing countries escape the detrimental consequences of economic growth?.
- Correa, F., Vasco, A., y Perez, C. (2005). La curva medioambiental de Kuznets: evidencia empírica para Colombia, *Semest. Econ*, vol. 8, no. 15, pp. 12–30.
- Cuevas, D., y Santos, L. (2006). La Curva de Kuznets Ambiental (CKA).
- De Bruyn, S., y Opschoor, J. (1997). Developments in the throughput-income relationship: theoretical and empirical observations. *Ecol. Econ*, vol. 20, no. 3, pp. 255–268.
- Dasgupta, S., Hettige, H., y Wheeler, D. (2000). What improves environmental compliance? Evidence from Mexican industry J. *Environ. Econ. Manage*, vol. 39, no. 1, pp. 36–66.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey. *Ecol. Econ*, vol. 49, no. 4, pp. 431–455.

- Dinda, S., y Coondoo, D. (2006). Income and emission: A panel data-based cointegration analysis. *Ecol. Econ.*, vol. 57, no. 2, pp. 167–181.
- Ekins, P., Speck, S. (2000). Proposals of environmental fiscal reforms and the obstacles to their implementation. *J. Environ. Policy Plan.*, vol. 2, no. 2, pp. 93–114.
- FAO, (2010). National deforestation estimates in percent and agricultural statistics. Global forest resources assessment. Rome, Italy.
- FAO. (2014). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, “FAO - Noticias: Aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura,” Roma. Available: <http://www.fao.org/news/story/es/item/218907/icode/>. [Accessed: 22-Mar-2019].
- Galeotti, M., Lanza, A., y Pauli, F. (2006). Reassessing the environmental Kuznets curve for CO2 emissions: A robustness exercise. *Ecol. Econ.*, vol. 57, no. 1, pp. 152–163.
- Grossman, G., y Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. National Bureau of Economic Research Working Paper 3914. *Natl. Bur. Econ. Res.*, vol. No. w3914.
- Goldemberg, J. (1992). Energy technology development. *Ambio*, vol. 21, no. 1, pp. 14–7.
- Hettige, H., Mani, M., y Wheeler, D. (2000). Industrial pollution in economic development: the environmental Kuznets curve revisited. *J. Dev. Econ.*, vol. 62, no. 2, pp. 445–476.
- International Energy Agency (2011). World Energy Outlook. OECD/IEA.
- Jenkins, R. (2003) “La apertura comercial; ha creado paraísos de contaminadores en América Latina?,” *Rev. la Cepal*.
- Jusmet, J., y Padilla, E. (2003). Emisiones atmosféricas y crecimiento económico en España: la curva de Kuznets ambiental y el Protocolo de Kyoto. *Econ. Ind.*, vol. 351, pp. 73–86.
- Kearsley, A., y Riddel, M. (2010). A further inquiry into the Pollution Haven Hypothesis and the Environmental Kuznets Curve. *Ecol. Econ.*, vol. 69, no. 4, pp. 905–919.
- Kuznets, S. (1995). Economic Growth and Income Inequality. *Am. Econ. Rev.*, vol. 45, no. 1, pp. 1–28.
- Lipford, J., y Yandle, B. (2010). NAFTA, Environmental Kuznets Curves, and Mexico’s Progress,” *Glob. Econ. J.*, vol. 10, no. 4.
- Martínez-Zarzoso, I., Bengochea-Morancho, A., y Morales - Lage, R. (2007). The impact of population on CO2 emissions: evidence from European countries. *Environ. Resour. Econ.*, vol. 38, no. 4, pp. 497–512.
- Mun, N., Andrés-Rosales, R., y Romero, L. (2016). Crecimiento económico y la contaminación medioambiental en las ciudades mexicanas. *J. Iber. Lat. Am. Res.*, vol. 22, no. 1, pp. 31–44.
- Nahman, A., y Antrobus, G. (2005). The environmental Kuznets curve: A literature survey,” *South African J. Econ.*, vol. 73, no. 1, pp. 105–120.
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool. *Environ. Dev. Econ.*, vol. 2, no. 4, pp. 465–484.
- Poudel, B., Paudel, K., y Bhattarai, K. (2016). Searching for an Environmental Kuznets Curve in Carbon Dioxide Pollutant in Latin American Countries *J. Agric. Appl.*

Econ, vol. 41, no. 01, pp. 13–27.

trends and prospects.

Rothman, D. (1998). Environmental Kuznets curves—real progress or passing the buck?: A case for consumption-based approaches. *Ecol. Econ* 1998, vol. 25, no. 2, pp. 177–194.

Sunkel, G. (2012). Las tecnologías digitales frente a los desafíos de una educación inclusiva en América Latina: Algunos casos de buenas prácticas.

Schelling, T. (1992). Some economics of global warming. *Am. Econ. Rev*, vol. 82, no. 1, pp. 1–14.

Shafik, N., y Bandyopadhyay, S. (1992). Economic Growth and Environmental Quality Evidence. World Bank.

Stern, D., y Common, M. (2001). Is there an environmental Kuznets curve for sulfur. *J. Environ. Econ.*, vol. 41, no. no 2, pp. 162–178.

Tilton, J. (1990). World metal demand:

Williamson, J. (2005). Regional Inequality and the Process of National Development: A Description of the Patterns. *Econ. Dev. Cult. Change*, vol. 13, no. 4, Part 2, pp. 1–84.

Wooldridge, J. (2016). *Introductory econometrics : a modern approach*, Cengage Learning. Boston, MA.

Zilio, M. (2008). Emisiones de dióxido de carbono en América Latina: un aporte al estudio del cambio climático. *Econ. y Soc*, vol. 13, no. 22, p. 5.

Zilio, M. (2012). Curva de Kuznets ambiental: La validez de sus fundamentos en países en desarrollo. *Cuad. Econ*, vol. 35, no. no 97, pp. 43–54.

Zilio, M. (2012). El rol de la política energética en las emisiones por generación eléctrica de América Latina. *Rev. Ciencias Económicas*.



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Evaluación de la sustentabilidad a escala de sistemas silvopastoriles en tres ecorregiones del Paraguay

Sustainability assessment at the scale of silvopastoral systems in three ecoregions of Paraguay

Andrea Weiler^{1,2}, Sofia Albertini³, Deniz Barreto⁴, Marco Heredia^{5,6,7}*

¹ Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, 2189, Paraguay²

² Facultad de Biología, Universidad de Salamanca, Salamanca, 37007, España

³ Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, 2189, Paraguay.

⁴ Ingeniera Ambiental, Universidad Estatal Amazónica (UEA), Pastaza 160101, Ecuador

⁵ Facultad de Ciencias de la Vida, Universidad Estatal Amazónica (UEA), Pastaza 160101, Ecuador.

⁶ Programa de Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Empresarial, UEA, Ecuador

⁷ E.T.S. de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas, AgSystems, CEIGRAM, itdUPM, Universidad Politécnica de Madrid, 28040, España

Correspondencia: mheredia@uea.edu.ec

Resumen

El crecimiento poblacional aumentado la producción y consumo de carne y leche a nivel mundial, ha generado un detrimento de recursos naturales. Esta problemática se presenta en países tropicales y sub-tropicales en desarrollo, donde su crecimiento económico depende de la producción agro-ganadera. Actualmente, se busca un equilibrio entre la producción y el mantenimiento de los ecosistemas (intensificación sostenible), promovida en el marco de la Agenda 2030, el objetivo fue: evaluar la sostenibilidad de sistemas silvopastoriles en las ecoregiones de Paraguay, se realizó en las ecorregiones: Chaco Seco (Cs), Chaco Húmedo (Ch) y Bosque Atlántico (Ba), en seis unidades productivas, utilizando el cuestionario de 100 preguntas de la aplicación SAFA Smallholders v.2.0.0, dividido en 21 temas y cuatro dimensiones: 1) Integridad Ambiental, 3) Resiliencia Economía, 3) Bienestar Social y 4) Buena Gobernanza. La evaluación constó de criterios cualitativos: Irrelevante, Inaceptable, Limitado, Bueno. El grado de sostenibilidad resultante en los sistemas silvopastoriles fue: en el Cs, los sistemas Cs1 y Cs2, los temas Biodiversidad y Equidad se valorizan como Limitado, en la ecorregión Ch, los sistemas Ch3, Ch4 y Ch5 difieren en el grado de sostenibilidad global y en Ba el tema de Bioiversidad es Inaceptable. Se diseñó un modelo de sistema silvopastoril donde no existen ningún tema valorizado como Inaceptable, consideración importante para reflexionar de un potencial existente.

Palabras Clave: Conservación, ganadería, intensificación sostenible, producción agraria, SAFA

Abstract

Population growth increased the production and consumption of meat and milk worldwide,



has generated a detriment of natural resources. This problem occurs in tropical and subtropical developing countries, where their economic growth depends on agro-livestock production. Currently, a balance is sought between the production and maintenance of ecosystems (sustainable intensification), promoted within the framework of the 2030 Agenda, the objective was: to evaluate the sustainability of silvopastoral systems in the ecoregions of Paraguay, it was carried out in the ecoregions: Dry Chaco (Dc), Wet Chaco (Wc) and Atlantic Forest (Af), in six productive units, using the questionnaire of 100 questions of the SAFA Smallholders v.2.0.0 application, divided into 21 themes and four dimensions: 1) Environmental Integrity, 3) Resilience Economy, 3) Social Welfare and 4) Good Governance. The evaluation consisted of qualitative criteria: Irrelevant, Unacceptable, Limited, Good. The resulting degree of sustainability in silvopastoral systems was: in the Dc, the Dc1 and Dc2 systems, the Biodiversity and Equity issues are valued as Limited, in the Wc ecoregion, the Wc3, Wc4 and Wc5 systems differ in the degree of global sustainability and in Af the issue of Bioiversity is Unacceptable. Keywords: Conservation, livestock, sustainable intensification, agricultural production, SAFA

Introducción

La República del Paraguay está ubicada en América del Sur, con una superficie de 406.752 km². Desde el punto de vista biogeográfico, el país es un gran ecotono donde confluyen cinco ecorregiones, a saber: bosque atlántico, cerrado, chaco húmedo, chaco seco y pantanal (Dinerstein et al., 1995); de ellas, el Bosque Atlántico y el Cerrado están citadas como regiones prioritarias en el Global 200 (Olson y Dinerstein, 2002). Las ecorregiones chaqueñas abarcan el 60% del territorio y contienen los ecosistemas mejor conservados en el país, debido principalmente a la poca infraestructura vial de la región, lo que dificulta su desarrollo.

La economía del país se basa principalmente en la explotación hidroeléctrica, la agricultura y la ganadería. con una contribución el 7,1% y 2,5%, respectivamente al PIB (OECCA, 2018), la producción agro-ganadería, principalmente en soja (*Glycine max* L.) y carne vacuna, se ha incrementado significativamente en los últimos años, Paraguay se ha convertido en el sexto país exportador de soja y el noveno país exportador de carne del

mundo (USDA, 2019).

Como en muchos países tropicales y sub-tropicales en desarrollo, el crecimiento económico depende mayormente de la generación de nuevos campos agro-ganaderos a través de la deforestación (De Sy et al., 2015). Entre las décadas de 1980 y 1990 Paraguay fue el país con mayor tasa de deforestación mundial con un promedio de 444.810 ha/año (Hansen y De Fries, 2004). Según datos oficiales proveídos por el Programa Nacional Conjunto ONU REDD+ Paraguay, para la Reducción de las Emisiones de la Deforestación y la Degradación de los Bosques (PNC ONU REDD+), en quince años (2000 a 2015) se han deforestado 5.492.707 hectáreas (Tabla 1), un promedio de 366.180 ha/año.

Tabla 1. Evolución de la superficie y tasa de deforestación anual de Paraguay

Períodos (Años)	Superficie (ha)	Tasa de deforestación (ha/año)
2013 – 2015	673.202,92	336.601,46
2011 – 2013	969.602,56	484.603,28
2005 – 2011	2.573.191,38	428.865,23
2000 – 2005	1.277.106,14	212.851,02
Total (2000-2015)	5.492.707,00	366.180,47

Fuente: ONU-REDD+, 2016; PNC ONU-REDD+ Py/SEAM/INFONA/FAPI. 2016.

Las pérdidas boscosas se concentraron en la región oriental del país donde se deforestó el 90% del Bosque Atlántico del alto Paraná, creando un paisaje agropecuario altamente fragmentado (Huang et al., 2007). Este hecho ocasionó que en el año 2004 el Congreso de la Nación sancionase la Ley N° LEY 2524/04 conocida como "Ley de Deforestación 0", que prohíbe la transformación de superficies boscosas a otros usos de suelo en la región oriental del país.

Pero la creciente demanda mundial de alimento (Godfray et al., 2010) presiona las fronteras agropecuarias dentro de ecosistemas naturales de países productores. Este escenario, sumado al crecimiento económico positivo del país, han propiciado que Paraguay ocupe nuevamente los primeros puestos en tasa de deforestación mundial (Hansen et al., 2013), esta vez en la región occidental del país, en donde, la tasa de deforestación del chaco paraguayo supera las 250.000 ha/año (GFW, 2018).

La agricultura sostenible y el desarrollo rural, basados en sus principios ecológicos, económicos y sociales, fueron abordados en la Agenda 21 como resultado de la Cumbre para la Tierra de 1992. Estos conceptos, vuelven a ser reforzados por la Organización de las Naciones Unidas en la Agenda 2030 sobre el desarrollo sostenible, invitando a los

países signatarios a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos del mundo, sin exclusiones (ONU, 2015).

La sustentabilidad de los sistemas productivos agropecuarios ha sido pobremente evaluada en el Paraguay. Recientemente se ha publicado un estudio de caso que analiza la sustentabilidad de un establecimiento ganadero en base a servicios ecosistémicos y aspectos económicos (Laino et al., 2017). Dicho estudio es descriptivo y no establece relaciones con los logros de los objetivos de desarrollo sostenibles propuestos por las Naciones Unidas. En este contexto, el objetivo planteado es evaluar la sustentabilidad de sistemas silvopastoriles en las ecoregiones de Paraguay, para ello se utiliza una metodología estandarizada y objetiva en relación a sus cuatro dimensiones: Buena Gobernanza, Integridad Ambiental, Resiliencia Económica, y Bienestar Social

Materiales y métodos

Área de Estudio: Se realizó la evaluación de la sustentabilidad de seis sistemas silvopastoriles (seis casos de estudio), ubicados en las ecorregiones: Chaco Seco (Cs), Chaco Húmedo (Ch) y Bosque Atlántico (Ba) (Figura 1) en Paraguay.



Figura 1. Situación de los sistemas silvopastoriles para la evaluación de la sustentabilidad en en las principales ecorregiones de Paraguay

Fuente: Elaboracion Propia

El desarrollo agropecuario, en el territorio, apunta a un modelo silvopastoril, establecidos en la Ley Forestal N° 422 establecida en el año 1973 y su decreto reglamentario N° 11.681 del año 1975. Estas legislaciones establecen que los modelos de desarrollo agropecuario deben de contemplar los siguientes elementos: Área de Reserva: Corresponde al 25% de la superficie de la finca, la cual queda como unidad de conservación. Cortinas Forestales: Cada 100 hectáreas de pasturas se dejan franjas forestales de 100 metros de ancho. El objetivo principal es evitar la erosión del suelo, y además son elementos fundamentales para mantener la

biodiversidad. En caso de que los establecimientos contengan cauces hídricos naturales, deben de contemplar lo establecido en la Ley N° 4.241 del año 2010, que reglamenta el restablecimiento de bosques protectores de cauces hídricos.

Ecorregion Chaco Seco: El chaco seco es un gran planicie sedimentaria con bosques xerófitos de árboles y arbustos espinosos y de baja altura. El régimen anual de lluvias oscila entre los 400 a 800 milímetros, disminuyendo de este a oeste. El chaco seco, en conjunto con el chaco húmedo, abarcan el 60% del territorio nacional. A pesar de ello,

tan solo el 3% de la población del país, habita en la región chaqueña. Es un territorio de difícil acceso, que posee solo dos rutas asfaltadas. La actividad principal es la ganadería, y en menor medida, la agricultura. En los últimos años, el aumento de la demanda de tierra para producción agropecuaria ha impulsado la transformación de bosques xerófitos a ambientes productivos. Las pasturas que se implantan son principalmente de Gatton panic (*Panicum maximum*).

Actualmente se fomenta el modelo silvopastoril, dejando unos 25 árboles por hectárea. Las aguadas artificiales o tajamares que se construyen, son reservorios que acumulan el agua en la época de lluvias y son distribuidas a las pasturas por gravedad, para ponerla a disposición del ganado. Los demás elementos que se desarrollan en el paisaje son cercos o alambrados, las viviendas y corrales (Figura 2)



Figura 2. Paisaje de un sistema silvopastoril ubicado en la ecorregión Chaco Seco
Fuente: Elaboracion Propia

Bajo este modelo de desarrollo, se analizaron dos casos de estudio localizados en: Cs1) Teniente Montaña y Cs2) Teniente Picco, ubicados en el departamento Boquerón.

Ecorregión Chaco Húmedo: El chaco húmedo está constituida por una planicie aluvial con una leve inclinación hacia el este, llegando al Río Paraguay, donde desembocan los ríos que la cruzan. El régimen anual de lluvias oscila entre los 800 a 1.400 milímetros, disminuyendo de este a oeste. Las formaciones vegetales típicas de la ecorregión son bosques ribereños y sabanas de palmar de agua (*Copernicia alba* M.).

Aunque, al aproximarse al oeste al Chaco Seco, se encuentran formaciones vegetales de transición como los bosques de viñal (*Prosopis ruscifolia*). Esta ecorregión comparte con el chaco seco el auge de desarrollo agropecuario. Pero, a diferencia del anterior, mucha ganadería de cría se realiza en campos naturales, que por lo general corresponden a zonas bajas que quedan abnegadas durante la época de lluvias. Los campos más elevados, son desarrollados generalmente para el engorde del ganado vacuno, siguiendo el modelo de desarrollo del Chaco Seco (Figura 3).



Figura 3. Paisaje de un sistema silvopastoril ubicado en la ecorregión Chaco Húmedo
Fuente: Weiler (2019a)

Bajo este sistema de desarrollo, se analizaron tres casos de estudio ubicados en: Ch3) Río Verde, Departamento de Presidente Hayes, Ch4) Puerto Casado, Departamento de Alto Paraguay y Ch5) Distrito San Juan Bautista, Departamento de Misiones.

Ecorregión Bosque Atlántico: El Bosque Atlántico del Alto Paraná se denomina también Selva Paranaense, y constituye un bosque tropical húmedo, de clima cálido. Las formaciones vegetales principales son bosques caducifolios de gran altura, matorra-

les y sabanas. La precipitación oscila entre los 1.400 a 1.800 mm anuales. Está considerado uno de los 200 ecosistemas más amenazados a nivel mundial (Olson y Dinerstein, 2002) y uno de los Hotspots de América Latina (Myers et al., 2000). En el Paraguay, quedan un poco más del 10% de los bosque originales, aunque altamente fragmentados y alterados (Fundación Vida Silvestre Argentina and WWF, 2017). Los sistemas productivos en esta ecorregión responden a modelos silvopastoriles, basados en la transformación del Bosque Atlántico (Figura 4).



Figura 4. Paisaje de un sistema silvopastoril ubicado en la ecorregión Bosque Atlántico.
Fuente: Weiler (2019b).

Se evaluó un caso de estudio en: Ba6) Distrito de Ybyrarobaná, Departamento de Canindeyú.

Método: Se utilizó el marco de Evaluación de la Sostenibilidad para la Agricultura y la Alimentación (SAFA – Smallholders). (FAO, 2015). Cuyo fin es fomentar la mejora continua de los procesos productivos, crear capacidades a nivel local, regional o

nacional sobre la sostenibilidad agropecuaria. SAFA se enfoca en: A) Principios metodológicos: Holístico, Pertinencia, Rigor, Eficiencia, Orientación al rendimiento, Adaptabilidad, Mejora continua y B) Principios de Ejecución: Construir sobre las herramientas existentes, Tener lugar en un sistema abierto y de aprendizaje y Accesibilidad (FAO, 2014).

Tabla 2. A) Principios metodológicos y de B) implementación para la evaluación de la Sostenibilidad para la Agricultura y la Alimentación SAFA.

A. Principios metodológicos	Características
Holístico	Aborda las cuatro dimensiones de la sostenibilidad: buena gobierno, integridad ambiental, Resiliencia económica y bienestar social.
Pertinencia	Los objetivos de SAFA están alineados con los principios acordados a nivel mundial y los documentos de referencia internacional, como Programa 21 (UNEP, 1992.)
Rigor	SAFA se implementan para proporcionar resultados de calidad y una imagen precisa de la sostenibilidad
Eficiencia	Con el fin de dejar un máximo de recursos para medidas de mejora, el costo de hacer un SAFA se minimiza al hacer el mejor uso de los datos existentes de otros sistemas de auditoría, gestión ambiental y social de sostenibilidad.
Orientación al rendimiento	La realización de un SAFA sirve para evaluar el desempeño sostenible de una entidad del sistema agrícola o alimentario.
Transparencia	La divulgación de los límites del sistema, los indicadores elegidos, las fuentes de datos y las relaciones con las partes interesadas son un aspecto importante del Informe de desempeño de SAFA
Adaptabilidad	La metodología tiene la capacidad de adaptación a varios contextos en todo el mundo y en toda la diversidad de situaciones que existen en el sector agropecuario y alimentario.
Mejora continua	SAFA no pretende ser un punto de referencia de desempeño mínimo, sino una herramienta para evaluar el desempeño e identificar áreas de mejora.
B) Principios de Ejecución	Características
Construir sobre las herramientas existentes	SAFA reconoce que existe una equivalencia en los diferentes enfoques y la colaboración está impulsada por el reconocimiento de que los problemas y las soluciones deben compartirse. Ningún objetivo o indicador de SAFA debe contradecir las normas y principios que emanan de la legislación nacional y los acuerdos internacionales pertinentes.
Tener lugar en un sistema abierto y de aprendizaje	SAFA ha sido desarrollada por la FAO y está disponible gratuitamente.
Accesibilidad	SAFA está concebido principalmente para la autoevaluación, sin necesidad de recurrir a expertos o asistencia de terceros.

Fuente: FAO (2014).

SAFA, como una herramienta de evaluación de sostenibilidad, se estructura en cuatro niveles jerárquicos: la dimensión es el pilar más alto y el nivel más general de la sostenibilidad, en un nivel intermedio se encuentran

los temas o atributos y subtemas, en la base de la estructura piramidal se encuentran los indicadores, que son variables medibles para evaluar el desempeño de la sostenibilidad (Figura 5).

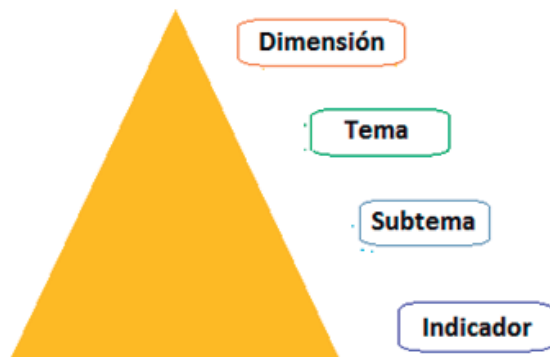


Figura 5. Niveles jerárquicos para la evaluación de la sostenibilidad – SAFA
Fuente: FAO (2014)

SAFA Smallholders es una aplicación móvil gratuita (versión 2.0.0) para Android 4.0 y superior, creado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y sus socios para abordar las especificidades de pequeños agricultores, siguiendo los principios y el marco de las Directrices SAFA (versión 3.0) para la evaluación de la sostenibilidad. Los indicadores están contextualizados para que se ajusten mejor a las necesidades de los pequeños productores en función de actividades agrícolas, incluyendo cultivos de subsistencia y comerciales y ganaderos. Se recopiló información por medio de una encuesta de 100 preguntas de la aplicación SAFA Smallholders (versión 2.0.0), que determina el rendimiento de los 44 indicadores y, por consiguiente, las puntuaciones de los 21 temas categorizados en cuatro dimensiones: 1) Integridad Ambiental, 2) Resiliencia Economía, 3) Bienestar Social, 4) Buena Gobernanza.

Se realizó las encuestas en un periodo de tres meses (enero – marzo 2019) a los adminis-

tradores de de los sistemas silvopastoriles . El cuestionario tiene diferentes tipos de preguntas: Opción múltiple: se puede seleccionar varias opciones. Selección única: solo se puede marcar una respuesta, Texto: ingreso de texto, Números: completa números enteros o decimales, Geopunto: la colección de coordenadas GPS, requiere la funcionalidad de ubicación para ser activado en su dispositivo y registra su ubicación. Fecha y hora: se registra automáticamente al inicio de la encuesta.

Los resultados se pueden abrir en tres secciones: 1) Descripción general rápida de las puntuaciones de los 21 temas en el histograma de SAFA y después transformarlos los resultados en una figura radial expresando el polígono de sostenibilidad, 2) Análisis global de puntuación e 3) informe de la encuesta con un análisis detallado de la sostenibilidad Dimensiones, Temas, Subtemas, Indicadores y Preguntas (Tabla 3).

Tabla 3. Descripción general de dimensiones, temas, indicadores de la aplicación SAFA

Temas (21)	Subtemas (44)	Temas (21)	Subtemas (44)
	Integridad Ambiental		Bienestar Social
1. <i>Atmósfera</i>	Prácticas de mitigación de GEI. Prácticas de prevención de la contaminación del aire	11. Medio de Vida Digno	Calidad de vida. Nivel de salario. Desarrollo de la capacidad
2. <i>Agua</i>	Prácticas de conservación de agua. Prácticas de prevención de la contaminación del agua.	12. <i>Prácticas Comerciales Justas</i>	Precios justos
3. <i>Tierra</i>	Prácticas de mejora del suelo. Conservación de tierras y prácticas de rehabilitación	13. <i>Derecho Laborales</i>	Relaciones laborales. Trabajo forzado. Trabajo infantil
4. <i>Biodiversidad</i>	Diversidad de ecosistemas, Diversidad de especies y Diversidad genética	14. <i>Equidad</i>	No discriminación Igualdad de género
5. <i>Materiales y Energía</i>	Balace de nutrientes. Materiales renovables y reciclados. Energía usada. Pérdida de alimentos y reducción de desperdicios	15. <i>Seguridad y Salud Humana</i>	Disposiciones de seguridad y salud en el trabajo.
6. <i>Bienestar de los Animales</i>	Sanidad y bienestar animal	16. <i>Diversidad Cultural</i>	Soberanía alimentaria Conocimiento indígena
	Resiliencia Economía		Buena Gobernanza
7. <i>Inversión</i>	Inversión comunitaria. Rentabilidad. Diversificación del producto.	17. <i>Ética Corporativa</i>	Misión explícita
8. <i>Vulnerabilidad</i>	Estabilidad del mercado. Liquidez. Redes de seguridad	18. <i>Responsabilidad</i>	Responsabilidad
9. <i>Calidad de Información del Producto</i>	Pesticidas peligrosos. Calidad de la comida- Productos certificados	19. <i>Participación</i>	Participación Resolución de conflictos
10. <i>Economía local</i>	Fuerza laboral regional	20. <i>Estados de Derecho</i>	Derechos de tenencia Legitimidad
		21. <i>Gestión Holística</i>	Plan de gestión de la sostenibilidad.

Fuente: FAO (2014).

El desempeño de todos los temas de SAFA se representa a través de un histograma de color (verde / amarillo / rojo), los temas no relevantes son grises (punto central). El resumen revela concesiones y sinergias entre los Temas de sostenibilidad diferentes y, principalmente, puntos críticos de rendimiento. La evaluación contó de criterios cualitativos para tres umbrales s: 1) de 1 a 1,3 inaceptable (rojo), 2) de 1,4 a 2,6 limitado (amarillo) y 3) de 2,7 a 3 bueno (verde).

Modelo Silvopastoril

A partir de las evaluaciones realizadas se desarrollo un modelo silvopastoril ajustado con los mejores valores resultantes con los 21 tema y cuatro dimensión (Tabla 3) de los seis sistemas silvopastoriles.

Resultados y Discusión

La evaluación de la sustentabilidad de seis sistemas silvopastoriles en tres ecorregiones de Paraguay se evidencia en la Tabla 3.

Tabla 4. Valores de la evaluación de la sustentabilidad en tres ecorregiones de Paraguay (para la escala mínimo valor 1 o peor y máximo valor 3 o mejor)

Dimensión	Temas	Chaco Seco		Chaco Húmedo			Bosque Atlántico	Modelo
		Cs1	Cs2	Ch3	Ch4	Ch5	Ba6	
Integridad Ambiental	1. Atmósfera	2,3	2,3	2,3	2,1	2,3	2,4	2,4
	2. Agua	2,2	2,2	2,1	1,9	2,2	2,3	2,3
	3. Tierra	2,7	2,7	2,5	2,5	2,4	2,4	2,7
	4. Biodiversidad	1,3	1,7	1,5	1,8	1,3	1,4	1,8
	5. Materiales y Energía	2,3	2,3	2,3	2,0	2,3	2,2	2,3
	6. Bienestar Animal	2,5	2,5	2,4	2,1	2,5	2,4	2,5
Resiliencia Economía	7. Inversión	2,4	2,4	2,5	1,4	2,4	2,5	2,5
	8. Vulnerabilidad	1,9	1,9	1,8	2,0	1,9	1,8	2,0
	9. Calidad del Producto e información	1,6	1,6	1,6	1,4	1,6	1,5	1,6
	10. Economía local	0,7	0,5	0,9	2,7	0,8	0,7	2,7
Bienestar Social	11. Medio de Vida Digno	2,3	2,3	2,2	2,4	2,2	2,3	2,4
	12. Prácticas Comerciales Justas	2,1	2,1	2,4	2,0	2,1	2,2	2,4
	13. Derecho Laborales	2,8	2,8	2,4	2,8	2,5	2,4	2,5
	14. Equidad	1,1	1,1	1,6	1,4	1,3	1,5	1,4
	15. Seguridad y Salud Humana	2,3	2,3	2,5	1,9	2,3	2,5	2,5
	16. Diversidad Cultural	1,8	1,8	1,6	1,8	1,8	1,7	1,8
Buena Gobernanza	17. Ética Corporativa	1,3	1,9	1,7	0,5	1,3	1,5	1,9
	18. Responsabilidad	2,8	2,8	2,5	1,5	2,4	2,5	2,8
	19. Participación	1,9	1,9	1,8	1,8	1,9	1,8	1,9
	20. Estados de Derecho	1,3	1,3	1,6	2,5	1,3	1,4	2,5
	21. Gestión Holística	2,3	2,3	2,0	1,3	2,0	2,2	2,3

Fuente: Elaboración Propia

Las dinámicas entre los sistemas silvopastoriles son similares, existe una cierta diferencia en los temas biodiversidad con 0,4 puntos y ética corporativa con 0,6 puntos mejor el Cs2 (Figura 6).

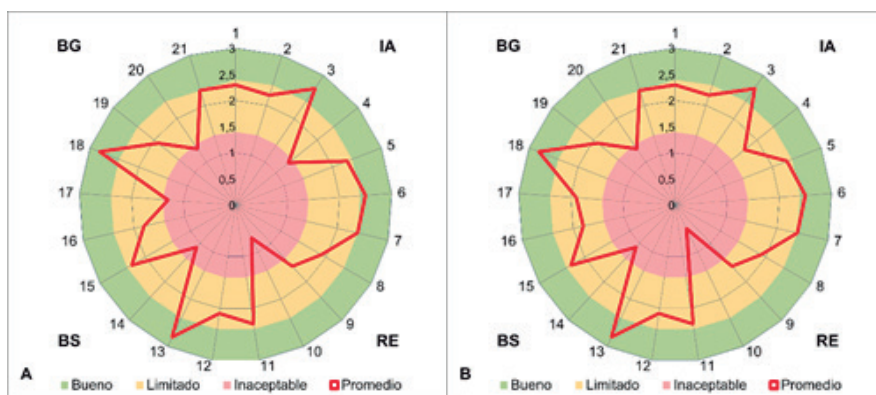


Figura 6. Polígonos resultantes de la evaluación de la sustentabilidad en sistemas silvopastoriles en la ecorregión del Chaco Seco sectores Cs1 y Cs2.

IA: Integridad Ambiental, RE: Resiliencia Económica, BS: Bienestar Social, BG: Buena Gobernanza.

1. Atmósfera, 2. Agua, 3. Tierra, 4. Biodiversidad, 5. Materiales y Energía, 6. Bienestar Animal, 7. Inversión
8. Vulnerabilidad, 9. Calidad del Producto e información, 10. Economía local, 11. Medio de Vida Digno, 12. Prácticas Comerciales Justas, 13. Derecho Laborales, 14. Equidad, 15. Seguridad y Salud Humana, 16. Diversidad Cultural, 17. Ética Corporativa, 18. Responsabilidad, 19. Participación, 20. Estados de Derecho, 21. Gestión Holística.

Fuente: Elaboración Propia

Los valores inaceptables son: Equidad con 1,1 y Estados de Derecho con 1,3 en los dos escenarios, mientras que Economía local en los sistemas silvopastoriles Cs1 (0,7) y Cs2 (0,5).

En el Chaco Húmedo se realizó la encuesta a

los encargados de la producción agropecuaria en los sistemas silvopastoriles Ch3 y Ch4, se evidencia en la Figura 7 que un mejor grado de sustentabilidad tiene la unidad productiva Ch3, donde el único tema que se encuentra en la zona inaceptable es economía local (1,6).

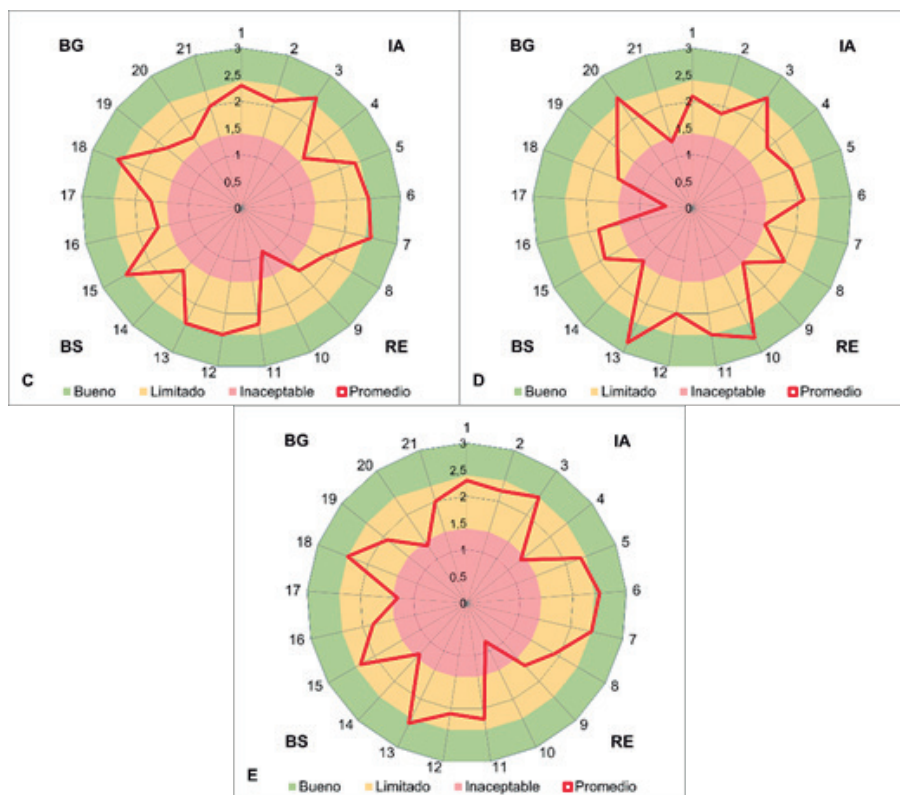


Figura 7. Polígonos resultantes de la evaluación de la sustentabilidad en sistemas silvopastoriles en la ecorregión del Chaco Húmedo en los sectores Ch3, Ch4 y Ch5

IA: Integridad Ambiental, RE: Resiliencia Económica, BS: Bienestar Social, BG: Buena Gobernanza.

1. Atmósfera, 2. Agua, 3. Tierra, 4. Biodiversidad, 5. Materiales y Energía, 6. Bienestar Animal, 7. Inversión
8. Vulnerabilidad, 9. Calidad del Producto e información, 10. Economía local, 11. Medio de Vida Digno, 12. Prácticas Comerciales Justas, 13. Derecho Laborales, 14. Equidad, 15. Seguridad y Salud Humana, 16. Diversidad Cultural, 17. Ética Corporativa, 18. Responsabilidad, 19. Participación, 20. Estados de Derecho, 21. Gestión Holística

Fuente: Elaboración Propia

En el polígono de sustentabilidad del sistema silvopastoril Ch4, se demuestra que el tema comprometido (inaceptables) en términos de sustentabilidad es el 17 Ética Corporativa con una valorización de 0,5. En el sistema silvopastoril Ch5 los temas inaceptables son Biodiversidad, Equidad, Ética corporativa.

En la Ecorregión de Bosque Atlántico, se realizó la encuesta al administrador del sistema silvopastoril Ba6 (Figura 8), se evidencia una tendencia similitud en los temas 10 (Economía local) y 20 (Estados de Derecho) en los sistemas silvopastoriles de los sectores Cs1, Cs2, Ch3 y Ch4 (Tabla 5).

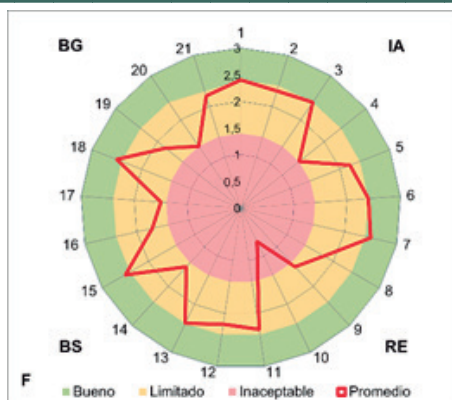


Figura 8. Polígono resultantes de la evaluación de la sustentabilidad – sistema silvopastoril Ba6 en la ecorregión de Bosque Atlántico.

IA: Integridad Ambiental, RE: Resiliencia Económica, BS: Bienestar Social, BG: Buena Gobernanza.

1. Atmósfera, 2. Agua, 3. Tierra, 4. Biodiversidad, 5. Materiales y Energía, 6. Bienestar Animal, 7. Inversión
8. Vulnerabilidad, 9. Calidad del Producto e información, 10 Economía local, 11. Medio de Vida Digno, 12. Prácticas Comerciales Justas, 13. Derecho Laborales, 14. Equidad, 15. Seguridad y Salud Humana, 16. Diversidad Cultural, 17. Ética Corporativa, 18. Responsabilidad, 19. Participación, 20 Estados de Derecho, 21. Gestión Holística.

Fuente: Elaboracion Propia

Modelo Sistema silvopastoril generado.

Apartir de los valores de la Tabla 4 (sección modelo) se generó el modelo de sistema silvopastoril (Figura 9) con los valores mejor evaluados por tema y dimensión de las ecorregiones estudiadas.

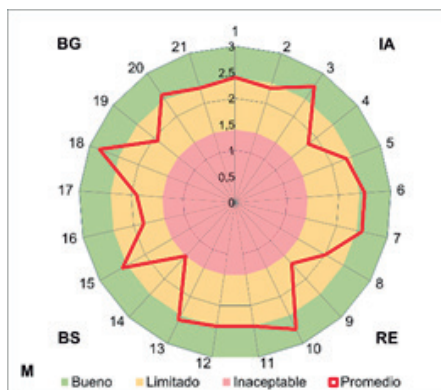


Figura 9. Polígono modelo procedente de los evaluaciones de sustentabilidad realizadas en sistemas silvopastoril en las ecorregiones de Paraguay.

IA: Integridad Ambiental, RE: Resiliencia Económica, BS: Bienestar Social, BG: Buena Gobernanza.

1. Atmósfera, 2. Agua, 3. Tierra, 4. Biodiversidad, 5. Materiales y Energía, 6. Bienestar Animal, 7. Inversión
8. Vulnerabilidad, 9. Calidad del Producto e información, 10 Economía local, 11. Medio de Vida Digno, 12. Prácticas Comerciales Justas, 13. Derecho Laborales, 14. Equidad, 15. Seguridad y Salud Humana, 16. Diversidad Cultural, 17. Ética Corporativa, 18. Responsabilidad, 19. Participación, 20 Estados de Derecho, 21. Gestión Holística.

Fuente: Elaboracion Propia

Las características del polígono de sostenibilidad en el escenario: sistema silvopastoril modelo se evidencia temas que aun pueden ser mejorados dentro de los dimensiones correspondientes, lo que podría garantizar una mejor evolución de las dinámica de los sistemas silvopastoriles depende de las erogeiones evaluadas:

Integridad ambiental

a) Biodiversidad

Este tema se refiere a la conservación de todas las formas de biodiversidad y se centra en la asignación de áreas para diferentes usos y diversas especies para apoyar la seguridad alimentaria. Los sistemas silvopastoriles calificados como Limitado - amarillo con una valorización menor fueron Cs1 y Ch5; las más diversificadas son las Ch5 y Cs2.

Posibles alternativas de potencialización: Realizar un plan de conservación del paisaje cuyo objetivo sea la conservación, protección y restauración del hábitat de la vida silvestre y que se considere unidades a mejorar a la formación de suelos, el ciclo de nutrientes, el flujo de agua, la regulación de plagas, la polinización, la purificación de agua y la regulación del clima. Establecer estrategias de diversificación que resultan en sistemas de producción, como policultivos, con mayor diversidad de cultivos, árboles, ganado y especies de peces, así como en sistemas integrados, tales como potenciar los sistemas agroforestales, sistemas mixtos. Cuya meta sea potenciar la diversidad estructural de hábitats y la conectividad en el paisaje y la conservación de la diversidad genética, esto significa: la selección en la finca de semillas de alta calidad, su propagación y multiplicación y almacenamiento adecuado (para cultivos); la conservación de razas en peligro de extinción en sus sistemas de producción tradicionales (para ganado) o la cría de animales en los sistemas silvopastoriles con razas localmente adaptadas a las ecoregiones.

Resiliencia Económica

b) Calidad del Producto e información

La calidad del producto es “el conjunto de propiedades y características de un producto que le confieren su aptitud para satisfacer necesidades establecidas o implícitas.” La calificación de este tema es de “Limitado” en el sistema silvopastoril modelo.

Posibles alternativas de potencialización: se deben evitar los plaguicidas altamente peligrosos en todas las etapas del sistema de producción. Evitar cualquier contaminación del producto con sustancias potencialmente dañinas, y se establece claramente la calidad nutricional y la trazabilidad de todos los productos. Meta: una calidad buena del producto ya que es un componente importante para aprovechar el posicionamiento de mercado y tener información correcta, de ninguna manera engañosa y accesible para los consumidores y toda la cadena alimentaria.

Bienestar Social

c) Equidad

La equidad implica el grado de imparcialidad e inclusión con respecto a la distribución de recursos, la toma de decisiones y las posibilidades para condiciones de trabajo justas y se toman decisiones. Los seis sistemas silvopastoriles calificaron en puntualiciones Limitada.

Posibles alternativas de potencialización: Los sistemas sostenibles no discriminan a ningún empleado o posible empleado por motivos de raza, credo, color, origen nacional o étnico, sexo, edad, discapacidad (incluida la condición sanitaria), actividad sindical o política, estado de inmigración, estado de ciudadanía, estado civil, u orientación sexual en la contratación, asignación de trabajo, capacitación, avance o despido. No debe existir una disparidad de género en cuanto a contratación, remuneración, acceso a recursos, educación y oportunidades de carrera. El objetivo del tema es que los sistemas silvopastoriles siguen una política estricta de equidad y no discriminación y apoyan activamente a los grupos vulnerables. Los grupos

vulnerables, como los empleados jóvenes o ancianos, las mujeres, los discapacitados, las minorías y las personas desfavorecidas socialmente reciben apoyo proactivo.

Buena Gobernanza

d) Ética Corporativa

La ética corporativa en SAFA se refiere al principio de sostenibilidad que esté integrado en todos los procesos del sistema silvopastoril.

Posibles alternativas de potencialización: Definir una misión u compromiso con todas las áreas de sostenibilidad, todo el personal y otras partes interesadas mediante la publicación de una declaración de misión u otra declaración similar (como un código de conducta o declaración de visión) que sea vinculante para la administración y los empleados o miembros, y tomar decisiones que tengan impactos a largo plazo para cualquier área de sostenibilidad. El objetivo del tema es que los sistemas silvopastoriles tengan objetivos de sostenibilidad explícitos y disponibles al público y medios efectivos de implementación y verificación, así como de identificación y tratamiento proactivo de los principales desafíos de sostenibilidad.

e) Participación

La participación en SAFA se refiere a la necesidad de la divulgación y la garantía de la posibilidad de participación de los involucrados en los procesos de los sistemas silvopastoriles, en particular de las personas afectadas de manera importante. Esto incluye la capacidad de participar activamente en la toma de decisiones.

Posibles alternativas de potencialización: Gestionar protocolos de comunicación en cada uno de los procesos en los sistemas silvopastoriles y promover que se involucren todos los participantes.

Conclusiones

El marco de evaluación de sostenibilidad

SAFA es aplicable en diferentes contextos, en el caso de los sistemas silvopastoriles permite identificar de manera holística las diferentes actividades que son posible mejorar y mantener para conservar la tendencia hacia la sostenibilidad de los sistemas productivos que se requiere para el cumplimiento de la Agenda 2030.

SAFA se puede utilizar como una herramienta de capacitación para los productores silvopastoriles evaluados, con el objetivo de mejorar gestión de su producción y rendimiento en términos de sustentabilidad. Este marco puede potencialmente motivar a los productores a aprender y mejorar la gestión. Además, puede ayudar conocer más problemas de sostenibilidad global y otros problemas que requieren una futura gestión de riesgos.

Considerando los mejores temas evaluados en los seis sistemas silvopastoriles analizados se planteó el modelo de sistema silvopastoril evidenciando que la dimensión mejor calificada fue integridad ambiental en las áreas estudiadas.

Esta propuesta del modelo de finca silvopastoril proveniente de la realidad local, puede servir de base para establecer estrategias de mejora en las prácticas agropecuarias con miras al logro de los objetivos de desarrollo sostenible. Para ello, es fundamental el trabajo conjunto entre fincas, identificando las mejores prácticas, intercambiando ideas y experiencias en el proceso de construcción continua de modelos productivos cada vez más sustentables dependiendo diferencias y semejanzas entre las ecorregiones.

Agradecimientos

Es fraternal agradecer a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de Asunción de Paraguay, a la Carrera de Ingeniería Ambiental del Departamento de Ciencias de la Vida y al Programa de Investigación de Economía de Recursos Naturales y Desarrollo Empresarial de la

Universidad Estatal Amazónica de Ecuador, por la colaboración prestada para la realización de esta investigación. También a los diferentes dueños, administradores de campo de los sistemas silvopastoriles evaluados por su apertura y colaboración. Al Ing. Fernando Ferreira y Ing. Mathias Weiler por las imágenes de los sistemas productivos.

Literatura Citada

De Sy, V., Herold M, Achard F, Beuchle R, Clevers J, Lindquist E. y Verchot L., (2015). Land use patterns and related carbon losses following deforestation in South America. *Environ. Res. Lett.* 10 (2015) 124004 doi:10.1088/1748-9326/10/12/124004

Dinerstein, E., Olson, D. M., Graham, D. J., Webster, A. L., Primm, S. A., Bookbinder, M. P. y Ledec, G. (1995). Una Evaluación del Estado de Conservación de las Eco-regiones Terrestres de América Latina y el Caribe. Banco Mundial. Washington DC, USA.

FAO (2014). Sustainability assesment of food and agricultural systems (SAFA): Guidelines, Version 3.0. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO, (2015) SAFA:Sustainability Assessment Of Food And Agriculture Systems. Smallholders App. User Manual Version 2.0.0. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy Disponible en: www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-assessments-safa

Fundación Vida Silvestre Argentina and WWF (2017). State of the Atlantic Forest: Three Countries, 148 Million People, One of the Richest Forests on Earth. Puerto Iguazú, Argentina.

Godfray, C. (2010). Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. *Science* 327:812-818. DOI: 10.1126/science.1185383

Hansen, M. C., y R. S. De Fries, (2004). Detecting long term global forest change using continuous fields of tree cover maps from 8km AVHRR data for the years 1982–1999. *Ecosystems* 7: 695–716.

Hansen, M. C., Potapov P. V, Moore R., Hancher M, Turubanova S. A, Tyukavina A, Thau D, Stehman S. V, Goetz S. J., Loveland T. R., Kommareddy A., Egorov A, Chini L, Justice C. O, and Townshend J. R. G. (2013). “High-Resolution Global Maps of 21st-Century Forest Cover Change.” *Science* 342 (15 November): 850–53. Data available on-line from:<http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>.

Huang, C., Kim, S., Altstatt, A., Townshend, J., Davis, P., Song, K., y Musinsky, J. (2007). Rapid loss of Paraguay's Atlantic forest and the status of protected areas—A Landsat assessment. *Remote sensing of Environment*, 106(4), 460-466.

Laino, L. D., Musálem, K., & Laino, R. (2017). Perspectivas para un desarrollo sustentable: un estudio de caso de producción ganadera en la región del Chaco Paraguayo. *Población y Desarrollo*, (45), 95-106.

Myers, N., Mittermeier R. A., Mittermeier C.G., Da Fonseca G.A.B. y Kent J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858.

OECCA, (2018). Informe Económico y Comercial: Paraguay. Oficina Económica y Comercial de España en Asunción. 42 p. Disponible en: https://www.icex.es/ice/x/wcm/idc/groups/public/documents/documento/mde4/nzk2/~edisp/doc2018796588.pdf?utm_source=RSS&utm_medium=ICEX.es&utm_content=28-08-2018&utm_campaign=Informe%20económico%20y%20comercial.%20Paraguay%202018.

Olson, D. M., y Dinerstein, E. 2002. The Global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89(2):199-224.

- Organización de la Naciones Unidas (ONU). 2015. Objetivos de Desarrollo sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>. Accedido el: 26 de Abril de 2019.
- ONU-REDD 2016. Reducción de las Emisiones de la Deforestación y la Degradación de los Bosques (PNC ONU REDD+) Disponible en: <https://www.ip.gov.py/ip/wp-content/uploads/2016/06/DEFORRESTACION.jpg>
- PNC ONU-REDD+ Py/SEAM/INFONA/FAPI. 2016. Paraguay: cambio de uso de suelo y costos de oportunidad. Sinergias entre REDD+ y la Ley de Valoración y Retribución de Servicios Ambientales. FAO/P-NUD/PNUMA. 52 p.
- UNEP (1992). Agenda 21. The United Nation's Programme of Action from Rio. UN, New York Disponible en <http://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>.
- USDA. 2019. World markets and trade. Disponible en: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/app/index.html#/app/downloads>. Accedido el: 26 de Abril de 2019.
- Weiler, M. 2019a. Paisaje de un sistema silvopastoril ubicado en la ecorregión Chaco Húmedo [Figura 3].
- _____. 2019b. Paisaje de un sistema silvopastoril ubicado en la ecorregión Bosque Atlántico. [Figura 4].



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Efecto de *Trichoderma harzianum* como bioestimulante en el crecimiento de plántulas de *Swietenia macrophylla* en condiciones de vivero

Effect of *Trichoderma harzianum* as a biostimulant of *Swietenia macrophylla* seedlings growth under nursery conditions

Cristian Santiago Jácome Segovia¹*, Yudel García Quintana², Jessy Guerrero Rubio³, Yasiel Arteaga Crespo², Yamila Lazo Pérez², Arliet Morales³

¹ Maestría en Silvicultura, Universidad Estatal Amazónica, Puyo-Ecuador

² Docente, Universidad Estatal Amazónica, Puyo -Ecuador

³ Investigador Independiente

* Correspondencia: csantij@hotmail.com

Resumen

En Ecuador son escasos los trabajos realizados sobre germinación y crecimiento en vivero de *Swietenia macrophylla*, así como la aplicación de microorganismos eficientes que permitan comprobar el efecto estimulante en fase de vivero. La especie *Swietenia macrophylla*, reconocida por su importancia económica y ecológica se encuentra en aprovechamiento acondicionado, lo que amerita buscar alternativas que propicien un crecimiento y desarrollo acelerado en las condiciones amazónicas como contribución al genofondo de este valioso recurso forestal. El propósito de este proyecto fue evaluar el efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum* sobre el crecimiento de plántulas de *Swietenia macrophylla* en condiciones de vivero forestal. Se realizó un diseño experimental con tres tratamientos y un testigo a diferentes dosis y se midieron los atributos morfológicos de las plantas y las relaciones índice de esbeltez, calidad de Dickson, altura/peso seco aéreo, peso seco aéreo/peso seco radical e índice fibrosidad. Los resultados del análisis multivariado de la varianza reflejaron que T3 con dosis superiores de *Trichoderma* (3×10^8) presentó mayor crecimiento en altura, diámetro en el cuello de la raíz, número de hojas, volumen de raíz, biomasa aérea y radical, comprobándose el efecto bioestimulante en la morfología de las plantas, aspecto prometedor para incentivar a los productores el cultivo de esta especie a partir de la aplicación de *T. harzianum* en los viveros forestales. Los parámetros hídricos, derivados de las curvas presión-volumen mostraron diferencias significativas entre el testigo, T0 y T3, excepto para $\psi_w 0$, lo que evidenció el efecto de la inoculación en la capacidad de absorción de agua y el reflejo en las relaciones hídricas. La respuesta de las plantas es importante para lograr su calidad fisiológica y regular las condiciones de riego para obtener plantas con mayor arraigo y resistencia a las condiciones del sitio.

Palabras claves: microorganismos eficientes, cultivo, especie forestal, morfología, índices

Abstract

In Ecuador, there are few works on germination and growth of *Swietenia macrophylla* in nursery, as well as the application of efficient microorganisms that allow to verify the stimula-



tory effect in the nursery phase. *Swietenia macrophylla* species, recognized for its economic and ecological importance, is in conditioned use, allowing researches to seek alternatives that promote its accelerated growth and development in Amazon conditions as a contribution to the genofund of this valuable forest resource. The aim of this study was to assess the biostimulant effect of *Trichoderma harzianum* on the growth of *Swietenia macrophylla* seedlings under forest nursery conditions. An experimental design was carried out with three treatments and a control at different doses. Morphological parameters of plants, the slenderness index, Dickson's quality, height / aerial dry weight, aerial dry weight / radical dry weight and fiber index were measured. The results of multivariate variance analysis showed that T3 which had a higher dose of *Trichoderma* (3×10^8) turned out to be the highest growth, diameter at the root neck, number of leaves, root volume, aerial and radical biomass; proving the biostimulant effect in plants morphology, a promising aspect to encourage producers to grow this species with the application of *T. harzianum* in forest nurseries. The hydric parameters, derived from the pressure-volume curves, showed significant differences among the control, T0 and T3, except for ψ_{w0} , which evidenced the effect of inoculation on water absorption capacity and the reflection on water relations. The response of the plants is important to achieve their physiological quality and regulate the irrigation conditions to achieve seedlings with greater roots and resistance to the conditions of the site.

Keywords: efficient microorganisms, culture, forest species, morphology, indices

Introducción

La caoba (*Swietenia macrophylla* King) se considera la principal especie de maderera neotropical debido a su alto valor en el mercado internacional (Free et al., 2014). Se encuentra distribuida geográficamente en Belice, Brasil, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Venezuela y Ecuador (Flora y Fauna Internacional, 2006). Durante décadas de intensa exploración y extracción ilegal, esta especie ha sufrido un grave riesgo de extinción en todo su rango de distribución natural (Souza et al., 2008). La caoba se considera una especie en peligro de extinción catalogada por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (Pérez et al., 2012). En la normativa forestal ecuatoriana se considera una especie de aprovechamiento condicionado y en todo lo largo de su distribución natural es considerada como una especie vulnerable, según las categorías y criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Ministerio del Ambiente, 2017).

En Ecuador son escasos los trabajos realiza-

dos sobre la germinación y crecimiento en vivero, además de la información sobre los efectos de la aplicación de microorganismos eficientes en especies forestales de interés, más aún en la Amazonía ecuatoriana. Los microorganismos eficientes han sido empleados mayoritariamente como controladores biológicos, como alternativa para mejorar la fertilidad de los suelos y bioestimulantes de semillas para el incremento de la producción. Es por ello que la determinación del efecto estimulante de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre el desarrollo de las plántulas de caoba, reviste gran importancia para el establecimiento y diseminación de esta especie en la Amazonía ecuatoriana, lo que permitirá acelerar el proceso de crecimiento de plántulas como contribución al genofondo de este valioso recurso forestal.

La presente investigación está orientada a evaluar los efectos de *Trichoderma harzianum* Rifai en el crecimiento de plántulas de *Swietenia macrophylla* King, como una nueva alternativa de producción en viveros forestales que permita el manejo adecuado y la conservación de la especie, lo cual propiciará bases científicamente fundamentadas para la toma de decisiones de los actores

claves del territorio.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en el vivero forestal del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Pastaza, ubicado en el Paseo Turístico del Río Puyo del Cantón Pastaza, provincia de Pastaza, en las coordenadas UTM 166665 de longitud y

9837319 de latitud, zona 18 Sur, a partir de semillas de *S. macrophylla* provenientes de la localidad de Pastaza sector Don Bosco, del Cantón Pastaza, Provincia de Pastaza. Se realizó un diseño de bloques completos al azar con la aplicación de tres tratamientos, con tres réplicas y una prueba testigo a base de *T. harzianum* en las concentraciones que se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Dosis empleada de *T. harzianum* para el cultivo de *S. macrophylla*

Tratamientos	Descripción
T1	0.75*10 UFC
T2	1.5*10 UFC
T3	3*10 UFC
T0	Testigo

Elaborado por: Autores

Altura y diámetro de cuello de raíz

Para la medición de la altura de las plántulas, se empleó una regla graduada de 30 cm, las medidas se tomaron desde la base del tallo hasta el ápice de la plántula y el diámetro del cuello de la raíz se determinó con la ayuda de un calibrador Vernier.

Peso fresco de las plantas

Para realizar el estudio de biomasa se sacrificaron cinco plántulas por tratamiento y repetición, estas muestras fueron lavadas con agua común y posteriormente secadas con papel absorbente, se separó la biomasa en componentes aéreo y radical (tallo, hojas y raíz) y con la ayuda de una balanza digital se determinó el peso fresco de cada componente de la biomasa.

Atributos del sistema radical

Para medir la longitud de la raíz se tomó las dimensiones desde el cuello de la raíz hasta el extremo distal de la misma, empleando una regla graduada de 30 cm. Para determinar el volumen de la raíz se utilizó una probeta de 100 mL con agua común a 60 mL, posteriormente se sumergieron las raíces en el interior de la probeta y se consideró el

volumen de agua desplazado como el volumen del sistema radical. Se contabilizaron las raíces secundarias nuevas mayores a 1 cm, para determinar el potencial de crecimiento radicular y el índice de fibrosidad se determinó como la relación volumen de la raíz y peso seco de la raíz.

Peso seco de la parte aérea (PSA) y parte radical (PSR)

Las muestras de los componentes de la biomasa seleccionados fueron colocados en la estufa a una temperatura de 60 °C durante 48 horas y posteriormente cada fracción de las plántulas fueron pesadas en una balanza analítica para obtener el peso seco de la biomasa aérea y radical.

La relación parte aérea–parte radical se determinó mediante el cociente entre el peso seco aéreo y el peso seco radical (Thompson, 1985). Se determinó el índice de esbeltez mediante la relación altura y diámetro del tallo (Toral, 1997). El índice de calidad de Dikson se calculó en función del peso seco total, el índice de esbeltez y la relación parte aérea y parte radical, según lo propuesto por Dikson et al., (1960), mediante la ecuación (1).

$$IQ = \frac{Pst}{\frac{h}{d} + \frac{Psa}{Psr}} \quad (1)$$

Dónde:

IQ = Índice de calidad de Dikcson

Pst = Peso seco total

h = altura

d = diámetro

Psa = Peso seco aéreo

Psr = Peso seco radical

Los parámetros morfológicos y desarrollo de las plantas cultivadas en las condiciones del vivero fueron procesados mediante un análisis multivariado de la varianza (MANOVA), además se realizó una matriz de correlación de Pearson para establecer correlaciones entre las variables morfológicas. Todo el procesamiento estadístico fue realizado con el programa SPSS ver.22.0.

Para evaluar los parámetros relacionados con el funcionamiento hídrico de la especie se construyeron curvas presión-volumen. Se realizaron tres curvas por tratamiento, lo cual equivale a 12 curvas en total. Las curvas se elaboraron siguiendo la técnica desarrollada por Tyree y Hammel (1972) y Turner (1986) y a partir de las cuales se determinaron los componentes del potencial hídrico (Ψ_w), según metodología descrita por Azcón y Talón (2008): contenido hídrico en

el punto de pérdida de la turgencia (CHRo), potencial osmótico a cero turgencia (Ψ_s^0), potencial osmótico a plena turgencia (Ψ_s^{100}) y módulo de elasticidad de la pared celular (ϵ).

Para la construcción de las curvas presión-volumen las plantas fueron sometidas a un período de hidratación con agua destilada y en la oscuridad. Se realizaron medidas sucesivas de Ψ_w con la cámara de presión (Model 1000, PMS Instruments, Corvallis, USA), antecedida por la pesada de las muestras. Se efectuaron medidas de Ψ_w , hasta obtener potenciales hídricos bajos, finalmente el peso seco se determinó en estufa a 80 °C hasta peso constante. Para las pesadas se utilizó balanza analítica Sartorius AG GOTTINGEN SP61S con 0,0001 g de precisión.

El contenido hídrico relativo se calculó por la expresión (2):

$$CHR = \frac{P_f - P_s}{P_t - P_s} * 100 \quad (2)$$

Donde: P_f , representa el peso fresco; P_s , peso seco; P_t , peso turgente

El peso turgente se estimó a partir de la linealidad existente entre Ψ_w y el peso fresco, tomando los datos correspondientes a las primeras mediciones que ofrecieron un mayor grado de correlación, según criterios de Kubiske y Abrams (1991). Gráficamente se determinó el punto de pérdida de turgencia para el cual el $\Psi_w = \Psi_s$ ($\Psi_p = 0$), que corresponde al punto en que la curva se hizo lineal.

El potencial osmótico a plena turgencia (Ψ_s^{100}), se estimó mediante la extrapolación

de la zona lineal de la curva presión-volumen, a partir del punto de pérdida de turgencia hasta el valor de $1/\Psi_w$ correspondiente al 100% del contenido de agua del tejido.

El potencial osmótico a turgencia cero (Ψ_s^0), corresponde al valor del potencial en el punto de inicio de la plasmólisis. Además, se determinó el módulo de elasticidad de la pared celular (ϵ), expresada en megapascales (MPa), aplicado a los cinco o seis primeros puntos de la curva P-V hasta llegar a la marchitez, dada por la ecuación (3):

$$\varepsilon = \frac{dP}{dCHR} \quad (3)$$

Donde: dP/dCHR es la relación entre la variación del potencial de presión y el contenido hídrico relativo entre el punto de máxima turgencia y a turgencia cero.

Resultados y discusión

Los resultados del análisis multivariado de la varianza representado mediante modelo lineal (Tabla 2), obtenidos a partir de los parámetros morfológicos relacionados con el crecimiento y desarrollo de las plántulas de *S. macrophylla*, cultivada en condiciones de vivero, indicaron que existen diferencias

significativas entre las variables morfológicas para los cuatro tratamientos. Esto demuestra el efecto de la aplicación de dosis de *Trichoderma* como microorganismo eficiente contribuye al crecimiento y desarrollo de las plantas. Los resultados del contraste multivariado confirmaron que los tratamientos T0, T1, T2 y T3 mostraron diferencias en las medias ($p \leq 0,05$).

Tabla 2. Resultado del contraste multivariado de la varianza en relación a la morfometría de las plantas.

Efecto		Valor	F	Gl de hipótesis	gl de error	Sig.
Interceptación	Traza de Pillai	0,997	1874,524	8,000	49,000	0,000
	Lambda de Wilks	0,003	1874,524	8,000	49,000	0,000
	Traza de Hotelling	306,04	1874,524	8,000	49,000	0,000
	Raiz mayor de Roy	306,04	1874,524	8,000	49,000	0,000
Tratamientos	Traza de Pillai	1,534	6,675	24,000	153,000	0,000
	Lambda de Wilks	0,075	8,547	24,000	142,716	0,000
	Traza de Hotelling	5,552	11,027	24,000	143,000	0,000
	Raiz mayor de Roy	4,422	28,190 ^e	8,000	51,000	0,000

Elaborado por: Autores

Los valores medios y desviación estándar de los parámetros morfológicos utilizados en el análisis multivariado de la varianza (MANOVA) (Tabla 3), indicó que las plantas cultivadas con mayor dosis de *Trichoderma* 3* [10] ^8 UFC, presentaron mayor creci-

miento en los valores promedios de altura, diámetro en el cuello de la raíz, número de hojas, volumen de raíz, biomasa aérea y radical. Los valores medios en todas las variables analizadas fueron significativamente inferiores al testigo.

Tabla 3. Valores medios y desviación estándar de los parámetros morfológicos utilizados en el análisis multivariado de la varianza (MANOVA)

T	H	DCR	No hojas	Largo de la raíz	No. raíces	Volumen de raíz	PSA	PSR
T0	11,57±1,60 ^b	0,20±0,03 ^c	4,40±0,74 ^c	4,83±1,06 ^c	7,40±1,24 ^c	1,53±0,26 ^c	0,38±0,03 ^c	0,08±0,01 ^c
T1	14,19±1,31 ^a	0,28±0,049 ^b	4,67±0,62 ^c	7,57±2,21 ^a	9,40±1,81 ^b	2,07±0,52 ^b	0,40±0,05 ^c	0,11±0,02 ^b
T2	14,81±1,53 ^a	0,30±0,040 ^b	5,07±1,16 ^b	5,87±1,17 ^{bc}	12,27±2,43 ^a	2,47±0,51 ^{ab}	0,45±0,03 ^b	0,12±0,01 ^b
T3	14,93±1,43 ^a	0,35±0,039 ^a	5,74±1,10 ^a	6,63±1,84 ^b	10,20±1,74 ^b	2,60±0,52 ^a	0,49±0,02 ^a	0,13±0,01 ^a

Elaborado por: Autores

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente mediante la prueba de Tukey con $p \leq 0,05$.

Santana y Castellanos (2018), mencionan que el efecto del *Trichoderma* sobre *Cedrela odorata*, incrementó las variables altura, número de hojas y biomasa seca de la parte aérea de la planta. Ramírez et al., (2015), concluye que la aplicación de *Trichoderma* en el sustrato favorece el desarrollo y calidad de las plantas.

La altura de la planta en condiciones de vivero es un indicador del grado de desarrollo de la parte aérea, de ahí que la tendencia debe ser conseguir una planta en vivero cuya altura maximice la supervivencia, mostrando al tratamiento T3 medias superiores al resto de los tratamientos. El diámetro del cuello de raíz (DCR) se considera un predictor de la supervivencia y desarrollo, ofrece una relación muy favorable entre el bajo costo de su medición y su capacidad de pronóstico de respuesta en campo. Este parámetro morfológico muestra una aproximación de la sección transversal de transporte de agua, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa para tolerar altas temperaturas en la superficie del suelo, por lo que las plantas cultivadas en T3 manifiestan mayor resistencia mecánica. DCR, es uno de los atributos morfológicos más utilizados en la caracterización de la calidad y de pronóstico de supervivencia de la planta, por su bajo costo de su medición y capacidad predictiva de respuesta en el campo (Barnett, 1984).

Esto se fundamenta en la relación que existe, entre el diámetro del cuello de raíz y el grado de lignificación del tallo, y por otro lado con el desarrollo radical, el cual a su vez se correlaciona con otros parámetros como la masa total de la planta o la masa radical (Mexal y Landis, 1990; Peñuelas y Ocaña, 1991; Serrada, 1995). El peso seco es una medida mucho más estable que el peso fresco, este último está sujeto a cambio debido a las fluctuaciones ambientales y fisiológicas (Thompson, 1985). Las propiedades de los atributos de la raíz, dada su estrecha relación

con la capacidad absorbente de la planta, son más adecuados para pronosticar la supervivencia en plantación que los atributos de la parte aérea, de modo que la obtención en vivero de sistemas radicales más y mejores desarrollados puede constituir una garantía de la actividad de la planta, especialmente en zonas de plantación con condiciones adversas (Oliet, 2000).

Esto refleja que las plantas cultivadas con los tratamientos T1, T2 y T3 reflejaron mayor cantidad de raíces en relación al testigo y por consiguiente mayor capacidad de absorción de agua y nutrientes. Romero et al., (2008) observaron que la inoculación de *Trichoderma* en el sustrato tuvo efecto promotor en el crecimiento y desarrollo.

Las variables morfológicas relacionadas con el crecimiento y desarrollo de las plantas mostraron una correlación significativa ($p \leq 0,05$), expresada a través de la matriz de correlación de Pearson (Tabla 4). Las variables asociadas a la biomasa aérea reflejaron una relación fuerte con la biomasa radical, como indicador del equilibrio estructural de las diferentes partes de la planta, esto refleja que a mayor altura de la planta, mayor DCR, mayor número de hojas, peso y mejor sistema radical.

Tabla 4. Matriz de correlación de Pearson entre variables morfológicas del crecimiento y desarrollo de las plantas

	H	DCR	NH	LR	NR	VR	PSA	PSR
H	1	0,661**	0,433**	0,266*	0,434**	0,436**	0,598**	0,639**
DCR		1	0,342**	0,220	0,366**	0,462**	0,667**	0,718**
NH			1	-0,052	0,482**	0,221	0,378**	0,366**
LR				1	-0,036	0,251	0,096	0,223
NR					1	0,643**	0,355**	0,541**
VR						1	0,504**	0,639**
PSA							1	0,778**
PSR								1

** La correlación es significativa en el nivel 0,01

* La correlación es significativa en el nivel 0,05

Elaborado por: Autores

Los índices y relaciones morfológicas reflejaron diferencias significativas con relación al testigo ($p \leq 0,05$), con excepción del índice de fibrosidad (Tabla 5). El índice PSA/PSR reflejó valores más elevados en T0, esto quiere decir que las plantas de este tratamiento presentan menor capacidad de sobre-

vivencia, obteniendo valores más bajos en los tratamientos sometidos a diferentes dosis de *Trichoderma*, como expresión de una mejor supervivencia en campo, lo cual se debe al reducirse la superficie transpirante respecto a la absorbente.

Tabla 5. ANOVA de un factor para los índices y relaciones morfológicas de las plantas cultivadas en vivero.

Índices	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
H/PSA	30,43±1,03 ^{bc}	35,25±0,09 ^a	33,37±1,06 ^{ab}	30,63±1,33 ^b
PSA/PSR	4,54±0,06 ^a	3,69±0,60 ^b	3,76±0,05 ^b	3,74±0,05 ^b
E	57,94±0,02 ^a	52,87±0,05 ^b	50,83±0,03 ^b	43,52±0,07 ^c
Qi	0,007±0,01 ^d	0,009±0,02 ^c	0,011±0,02 ^b	0,031±0,01 ^a
IF	17,73±1,02 ^a	18,88±1,11 ^a	20,83±1,17 ^a	19,93±1,22 ^a

Elaborado por: Autores

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente mediante la prueba de Tukey con $p \leq 0,05$.

La esbeltez resultó con valores más bajos en los tratamientos donde se inoculó el hongo de *Trichoderma* a diferentes dosis, esta disminución del valor significa mayor resistencia mecánica de la planta frente al efecto del viento o la sequía.

El índice de calidad de Dickson resultó con medias superiores en T3, lo cual expresa la potencialidad de la planta en relación con la sobrevivencia y el crecimiento. La relación A/PSA es referido como una medida del grado de lignificación de la planta (Gomes et

al., 2002), sin embargo, puede ser interpretado también como un estimador de la asimilación neta fotosintética de la planta y por tanto indicaría una mayor expectativa de supervivencia; es decir los valores menores serían recomendados. En este sentido, los tratamientos utilizados fueron pocos diferenciados. Dicha relación si bien no es usada comúnmente para expresar la calidad pudiera representar una posibilidad para evaluar el grado de lignificación y la tasa de asimilación neta (Gomes et al., 2002; Zumkeller et al., 2009).

El índice de calidad de Dickson que resulta de integrar los valores de la biomasa total, índice de esbeltez y de la relación parte aérea/raíz, muestra que los mayores valores se obtuvo con la dosis 3×10^8 UFC de *Trichoderma*, mientras que los más bajos fueron con dosis de 0.75×10^8 UFC. Este índice al combinar la información de dos índices y ajustarlo por efecto de tamaño de la planta muestra que un aumento en el índice representa plantas de mejor calidad, lo cual implica que, por una parte, el desarrollo de la planta es grande y que al mismo tiempo las fracciones aérea y radical está equilibrada (Oliet, 2000).

La relación entre materia seca de la parte aérea y la materia seca de la raíz es considerada como un elemento eficiente y seguro para expresar las propiedades de la evaluación en un sistema de producción en tubetes o contenedores, que generalmente para climas secos o tropicales se prefiere valores cercanos a 2.0 que serían la mejor relación entre estos atributos (Navarro et al., 2006). La esbeltez, permite estimar la resistencia física de las plantas durante las operaciones de plantación y su resistencia al efecto mecánico del viento, según indican Aranda et al., (2005).

El consumo de nutrientes por parte de las plantas depende de la habilidad de las raíces para absorberlos, de la capacidad del sustrato

para suministrarlo y de la accesibilidad de los mismos, lo que está determinado por el tamaño y la configuración del sistema radical (Ramírez y Rodríguez, 2004). Ramírez et al., (2015), para el índice de calidad de Dickson obtuvieron valores más altos en los tratamientos en los cuales no se aplicó *Trichoderma*, para la especie forestal *C. violácea* (yarua), en cambio para la relación PSA/PSR obtuvieron resultados favorables para la especie *L. behanensis* (soplillo), destacando la aplicación de *Trichoderma* como mejor tratamiento. Para la determinación de la esbeltez obtuvieron resultados más bajos con la aplicación de *Trichoderma*.

Curvas presión volumen

Los parámetros hídricos (Tabla 6), derivados de las curvas presión-volumen (Figura 1) indicaron diferencias significativas entre el testigo (T0) y T3, excepto para ψ_w^0 , lo que evidenció el efecto de la inoculación *Trichoderma* en concentración de 3×10^8 UFC, en la capacidad de absorción de agua de las plántulas y el reflejo en las relaciones hídricas de las mismas. La respuesta hídrica de estas debe ser considerada y manejada para lograr su calidad fisiológica, sobre todo si su destino final será sitios de escasas precipitaciones.

Tabla 6. Valores medios y desviación estándar de los parámetros hídricos

Tratamiento	CHR ⁰ (%)	ψ_w^{100} (MPa)	ψ_w^0 (MPa)	ϵ (MPa)
T0	91,21±1,09 ^a	-3,12±0,09 ^a	-3,41±0,10 ^a	30,90±1,05 ^a
T1	94,41±1,01 ^b	-2,91±0,20 ^c	-3,16±0,11 ^b	53,43±1,01 ^b
T2	96,07±0,97 ^{bc}	-2,87±0,04 ^{ab}	-3,11±0,05 ^b	82,97±1,28 ^c
T3	96,89±0,90 ^c	-2,27±0,20 ^b	-3,05±0,10 ^c	92,73±1,66 ^d

En una misma columna letras desiguales difieren significativamente mediante la prueba de Tukey con $p \leq 0,05$

Elaborado por: Autores

Al tratarse de plantas muy jóvenes, a partir de este período se pueden regular las condiciones de riego para obtener plantas más resistentes a las limitaciones de agua, lo que garantice mayor arraigo postrasplante. De acuerdo a los valores de los parámetros hídricos son plantas que, con la pérdida de pequeños volúmenes de agua, entre 9-3% aproximadamente (Ver CHR0 en tabla 6; T0-T3) llegan al punto de pérdida de la turgencia. Los potenciales osmóticos a máxima saturación y a saturación cero también difieren entre tratamientos. Potenciales más bajos son el reflejo de la menor entrada de agua por el sistema radical, lo que es expresado a través de la respuesta de la planta. Aquellas con mayor disponibilidad hídrica tendrá valores

más altos tal y como se reflejó en el tratamiento T3. En relación al módulo de elasticidad de las paredes celulares, se trata de paredes celulares rígidas; en el testigo (T0) se evidenció paredes menos rígidas. Estos resultados obedecen a que se trata de plantas aún muy jóvenes (Azcón-Bieto y Talón, 2008). Otros investigadores han reportado valores diferentes cuando plántulas de *Talipariti elatum* (Sw) Frixell se han producidos en diferentes sustratos orgánicos con capacidades de retención de humedad diferentes, que aunque se trata de una especie diferente si se comprobó que el comportamiento de los parámetros hídricos está condicionado por la disponibilidad de agua (Arteaga-Crespo et al., 2018).

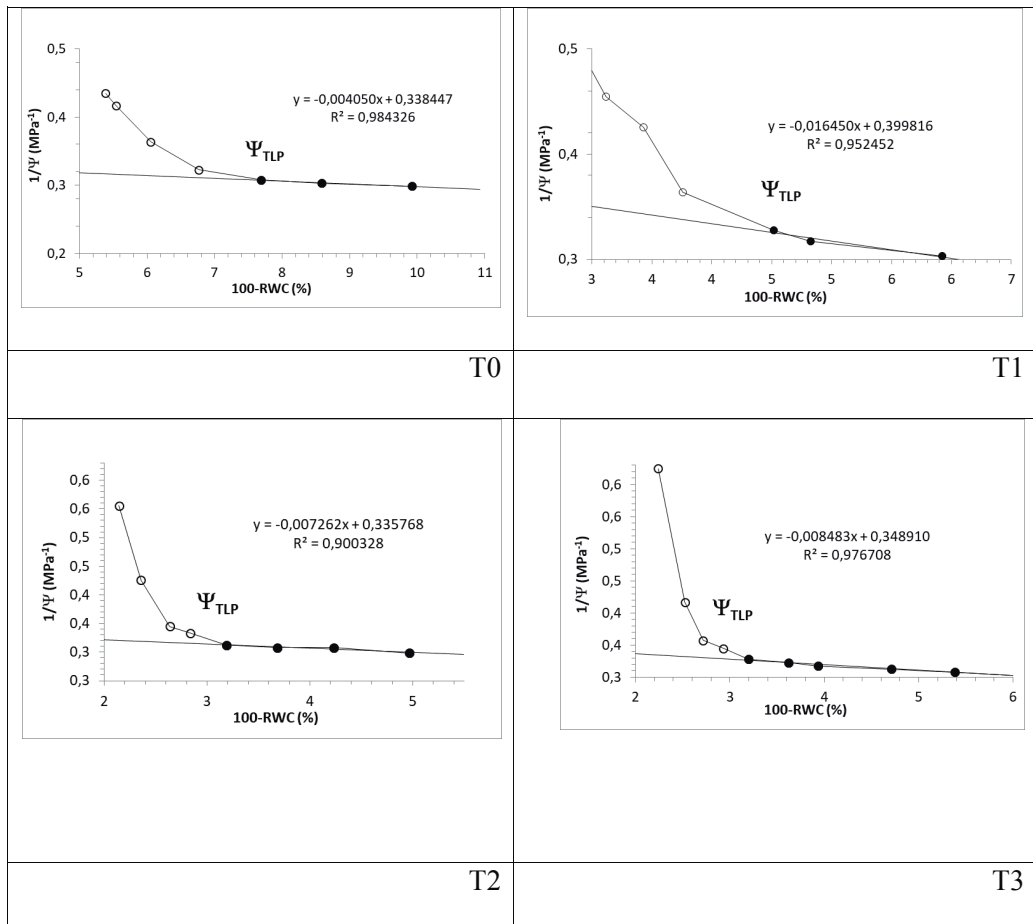


Figura 1. Curvas de presión –volumen de los parámetros hídricos de *S. macropylla*
Elaborado por: Autores

En la tabla 7 se puede observar una alta correlación de los parámetros hídricos con los atributos de la raíz.

Tabla 7. Matriz de correlación de Pearson entre las variables hídricas y atributos del sistema radical de *S. macropylla*

	Ψ_w^{100}	Ψ_w^0	CHR ⁰	ε	L.Raíz	NR	VR
Ψ_w^{100}	1	0,764**	0,744**	0,568*	-0,454	0,029	-0,096
Ψ_w^0		1	0,250	0,074	-0,301	0,540	0,179
CHR ⁰			1	0,908**	-0,356	-0,388	-0,163
ε				1	-0,253	-0,439	-0,579
L.Raíz					1	-0,036	0,251
NR						1	0,643**
VR							1

** La correlación es significativa en el nivel 0,01

* La correlación es significativa en el nivel 0,05

Elaborado por: Autores

Conclusiones

El contraste multivariado de la varianza (MANOVA) reflejó el efecto positivo de la aplicación de dosis de *Trichoderma* en las variables de crecimiento y desarrollo, resultando las plantas cultivadas en el tratamiento T3 con mayor crecimiento en altura, diámetro en el cuello de la raíz, número de hojas, volumen de raíz, biomasa aérea y radical. Esto demuestra el efecto de la aplicación de dosis de *Trichoderma* como microorganismo eficiente contribuye al crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos resultados coinciden con lo estudiado por Galeano et al., (2003) que establece que *Trichoderma* tiene efecto estimulador del crecimiento y desarrollo de las plantas

Las variables morfológicas relacionadas con el crecimiento y desarrollo de las plantas mostraron una correlación significativa ($p \leq 0,05$), como indicador del equilibrio estructural de las diferentes partes de la planta, esto refleja que a mayor altura de la planta, mayor DCR, mayor número de hojas, peso y mejor sistema radical. Santana y Castellanos (2018) concluyen que *T. harzianum* incrementó la altura, el número de hojas y la biomasa seca del área foliar en las plántulas de cedro, mientras que en leucaena y samán

solo provocó incrementos del diámetro basal de las plántulas a los 60 días bajo las condiciones de los llanos de Apure en Venezuela.

El índice PSA/PSR reflejó valores más elevados en T0, esto quiere decir que las plantas de este tratamiento presentan menor capacidad de sobrevivencia, obteniendo valores más bajos en los tratamientos sometidos a diferentes dosis de *Trichoderma*, como expresión de una mejor supervivencia en campo, lo cual se debe al reducirse la superficie transpirante respecto a la absorbente. La simbiosis con *Trichoderma*, las plantas son capaces de captar mayor cantidad de nutrientes y a su vez le proporcionan un equilibrio entre la parte aérea y la raíz proporcionándole una mayor tolerancia al estrés hídrico (Galeano et al., 2003)

Los parámetros hídricos, derivados de las curvas presión-volumen, mostraron diferencias significativas entre el tratamiento T0 y el tratamiento T3, excepto para ψ_w^0 , lo que evidenció el efecto de la inoculación de dosis de *Trichoderma* en la capacidad de absorción de agua de las plántulas. En relación al módulo de elasticidad de las paredes celulares, indicó que se trata de paredes celulares rígidas; siendo menores en el testigo (T0).

Literatura Citada

- Aranda, L.; Castro, M.; Pardos, L.; Gil y J.A. Pardos. (2005). Effects of the interaction between drought and shade on water relations, gas exchange and morphological traits in cork oak (*Quercus suber* L.).
- Arteaga, Y., Geada G., García, Y., Guerrero, J., & Vargas, J. (2018). Elastic and osmotic adjustment of *Talipariti elatum* (Sw) Frixell grown in organic substrates. *Floresta e Ambiente*, 25(4)
- Azcón, J., & Talón, M. (2008). *Fundamentos de fisiología vegetal*. McGrawHill. 651 pp.
- Barnett, J.P (1984). Relating seedling physiology to survival and growth in container-grow southern pines. En: Duryea, M. L., Brown, G.N. (Eds.): *Seedling physiology and reforestation success*. Nijhoff/Junk Pub. 157-178 p.
- Dickson, A., A., Leaf, L. And Hosner, J. F. (1960). Quality appraisal of White spruce and white pine seedling stock in nurseries. *For. Chron.* 36(1): 10-13.
- Free C, Landis RM, Grogan J, Schulze MD, Lentini M, Dünisch O (2014) Management implications of long-term tree growth and mortality trees: a modeling study of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in the Brazilian Amazon. *Forest Ecol Manag.* 320: 46–54.
- Flora y Fauna Internacional. (2006). Estado y aprovechamiento sostenible de la caoba en Centroamérica. Reino Unido, ISBN 1903703 21 2.
- Galeano, M., Del Mar, L. L., & Urbaneja, A. (2003). Efecto de *Trichoderma Harzianum* T-22 sobre el cultivo de judía. *Agrícola Vergel*. Abril 2003. Ppp. 249-253
- Gomes, J.M., Couto L., Leite, H.G., Xavier, A. y García, S.L.R (2002). Parametros morfológicos na avaliacao de qualidade de Mudas *Eucalyptus grandis*. *Rev. Arvore.* 26(6):655-664.
- Kubiske ME, Abrams MD (1991). Seasonal, diurnal and rehydration- induced variation of curves pressure-volume relation in *Pseudotsuga menziesii*. *Physiologia Plantarum*; 83(1):107-116.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1399-3054.1991>.
- Mexal, J. G. and Landis T. D. 1990. Target seedling concepts: height and diameter. In: *Target seedlings symposium*. General Technical Report USDA Forests 13:105-119.
- Ministerio del Ambiente. (2017). Hito Ministerial Veda de la especie *Swietenia macrophylla* (Caoba/Ahuano).
- Navarro, M.R, Salvador, S.P. y Del Campo , A. 2006. Morfología y establecimiento de los plantones. In book: *Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos*. Estado actual de conocimientos., Chapter: Morfología y establecimiento de plantones, Publisher: DGB. Ministerio de Medio Ambiente. ISBN: 10:84-8014-670-2. pp. 67-88.
- Oliet, J. A. (2000). La calidad de la planta forestal en vivero. Ed. ETSIAM. Córdoba. España. 93 p.
- Peñuelas, J. y Ocaña, L. (1991). La calidad de la planta forestal. *Jornada sobre la situación y técnicas modernas para la producción de posturas*. Madrid 50 p.
- Pérez-Flores, J., Aguilar-Vega, M., & Roca-Tripepi, R. (2012). Assays for the in vitro establishment of *Swietenia macrophylla* and *Cedrela odorata*. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14, 20-30.
- Ramírez, M., Mesa. J.R., & Soto R. (2015).

- Alternativas agroecológicas en la producción de posturas de tres especies forestales en el municipio de Aguada de Pasajeros. Agroecosistemas, 3(1), 387-400.
- Ramírez, A. y Rodríguez T., D. A. (2004). Efecto de calidad de planta, exposición y micro-sitio en una plantación de *Quercus rugosa*. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 10: (1), 13-23.
- Romero, G., Crosara, A., & Baraibar A. (2008). *Trichoderma harzianum* un biocontrol y biopromotor en vivero de especies forestales. Ciencia e Investigación Forestal. Instituto Forestal, 14(2), 335-345
- Santana-Díaz, T., & Castellanos-González, L. (2018). Efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum* Rifai en posturas de *Leucaena*, *Cedro* y *Samán*. Colombia Forestal, 21(1), 81-90.g
- Serrada, R. (1995). Apuntes de Repoblados Forestales. Escuela Universitaria de Ingeniería técnica Forestal. Editorial Conde Valle Salazar. España. 379 p.
- Souza CR, Lima RMB, Azevedo CP, Rossi LMB (2008) Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia. Sci For. 36(77): 7-14.
- Toral I, M. (1997). Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Documento Técnico 1. Programa de Desarrollo Forestal Integral de Jalisco. SEDER., Fundación Chile, Consejo Agropecuario de Jalisco. México.
- Turner N. (1986) Measurement of plant water status by the pressure chamber technique. Irrigation Science 1986; 9: 289-308
- Thompson, B. E. (1985). Seedling morphological evaluation: what you can tell by looking. In: M. L. Duryea (ed.). Evaluating seedling quality; principles, procedures, and predictive abilities of major test. Forest Res.Lab., Oregon State University, Corvallis, OR, USA. pp: 59-71.
- Tyree M, Hammel H. (1972). The measurement of the turgor pressure and the water relations of plants by the pressure bomb-technique. Journal of Experimental Botany 1972; 23(1): 267-282. <http://dx.doi.org/10.1093/jxb/23.1.267>.
- Zumkeller, S.D., Galbiattib J.A., de Paula R.C., y Gonzales J.L. (2009). Producción de plantas de *tabebuia heptaphylla* en diferentes sustratos y niveles de irrigación en condiciones de invernadero. Bosque 30(1):27-35



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Saberes ancestrales agropecuarios en la Península de Santa Elena, Ecuador. Ancestral agricultural knowledge in the Santa Elena Peninsula, Ecuador

Carlos E. Balmaseda Espinosa¹*, María C. Mederos Machado¹ y Johanna Tigrero Marcillo¹

¹ Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

*Correspondencia: cbalma59@gmail.com

Resumen

Identificar y caracterizar los saberes ancestrales agropecuarios constituye una tarea científica que facilita la comprensión del pensamiento y la cultura de aquellos que nos legaron los conocimientos actuales. Validar su pertinencia, según las características de la actualidad, puede conllevar un planteamiento más cercano a la Agroecología, a la protección del medio ambiente y a los estímulos productivos. Por esas razones se desarrolló un proyecto en la Península de Santa Elena, Ecuador; se visitaron las comunas buscando personas, sobre todo adultos mayores, que a través de entrevistas expresaran los conocimientos que subyacen en la población rural. El objetivo fue contribuir al manejo, sobre bases sostenibles, de los agroecosistemas de la Península de Santa Elena a partir de un conjunto de saberes y conocimientos ancestrales y tradicionales. Se identificaron nueve prácticas ancestrales que deben ser puestas al alcance de los productores más jóvenes, ejemplos de ellas son: (i) La cosecha de agua a través de las albarradas (construcciones para el almacenamiento de agua) constituye el saber ancestral más reconocido por todos los entrevistados, pues las primeras obras de este tipo fueron construidas por la cultura Valdivia, 2000 a 1500 a.C. (ii) El aprovechamiento de las lluvias y garúas para comenzar las siembras. (iii) El amadrinado de semillas, como en el caso del maíz es una práctica que se ha perdido con la introducción de híbridos de diversas especies y la modernización de las técnicas de siembra. (iv) El empleo de las fases lunares junto a las fluctuaciones de las mareas es un conocimiento que aún se mantiene para definir el momento de ciertas actividades como siembra, cosecha y corte de madera. (v) “Darse la mano” fue un aspecto cultural que reflejó la asociatividad para realizar diversas tareas agrícolas y que permitía economizar recursos.

Palabras clave: Albarradas; amadrinado de semillas; fases lunares; darse la mano.

Abstract

Identifying and characterizing ancestral agricultural knowledge constitutes a scientific task that facilitates the understanding of the thinking and culture of those who bequeathed us current knowledge. Validating its relevance, according to the characteristics of today, may lead to a closer approach to Agroecology, environmental protection and productive stimuli. For these reasons a project was developed in the Santa Elena Peninsula, Ecuador; the communes were visited looking for people, especially older adults, who through interviews expressed the



knowledge that underlie the rural population. The objective was to contribute to the management, on a sustainable basis, of the agroecosystems of the Santa Elena Peninsula from a set of ancestral and traditional knowledge and knowledge. Nine ancestral practices were identified that should be made available to the youngest producers, examples of which are: (i) The harvest of water through the albarradas (constructions for water storage) constitutes the ancestral knowledge most recognized by all the interviewees, because the first works of this type were built by the Valdivia culture, 2000 to 1500 BC (ii) The use of rains and garúas to begin planting. (iii) Seeding of seeds, as in the case of corn is a practice that has been lost with the introduction of hybrids of various species and the modernization of planting techniques. (iv) The use of the lunar phases together with tidal fluctuations is a knowledge that is still maintained to define the timing of certain activities such as planting, harvesting and cutting wood. (v) "Shaking hands" was a cultural aspect that reflected the associativity to perform various agricultural tasks and that allowed to save resources.

Keywords: Albarradas; seed saggng; Moon phases; shake hands

Introducción

Los conocimientos y saberes ancestrales son aquellos saberes que poseen los pueblos originarios, que se han transmitido de generación en generación, durante siglos, de forma oral. Ellos han perdurado porque los hijos aprenden de los padres prácticas y costumbres a partir de la propia convivencia de las comunidades (Carvalho, 2015; Crespo & Vila, 2014; Paucar, 2015).

El Código Ingenios en su artículo 511 define los conocimientos tradicionales de la siguiente manera: "Son todos aquellos conocimientos colectivos, tales como prácticas, métodos, experiencias, capacidades, signos y símbolos propios de pueblos, nacionalidades y comunidades que forman parte de su acervo cultural y han sido desarrollados, actualizados y transmitidos de generación en generación. Son conocimientos tradicionales, entre otros, los saberes ancestrales y locales, el componente intangible asociado a los recursos genéticos y las expresiones culturales tradicionales" (Gobierno del Ecuador, 2016).

En el párrafo anterior se puede apreciar que en el Código Ingenios se incluyen los saberes ancestrales como parte de los conocimientos

tradicionales, sin embargo, en esta investigación se analizan como categorías conceptuales separadas al considerar la definición de saberes agrícolas tradicionales (SAT) realizada por Gómez Espinoza & Gómez González (2006) al decir que son "prácticas, técnicas, conocimientos y/o cosmovisiones que responden a problemas que limitan la producción agrícola... son generados en las comunidades rurales a partir de la observación acuciosa, sistemática y la convivencia con la naturaleza y son transmitidos de generación a generación por la tradición oral". Esta conceptualización también fue asumida por Barogil, Espitia Hernandez, Restrepo Hernandez, & Rivera Cumbre (2014) en su estudio de saberes ancestrales en comunidades agrarias de Colombia.

Landini & Murtagh (2011) definen los conocimientos o saberes agropecuarios como aquellos que los campesinos emplean cuando van a plantar sus cultivos. Los aplican en la preparación del terreno, el control de malezas, plagas y enfermedades y en la cosecha.

Con el desarrollo de la agricultura intensiva, al estilo de la Revolución Verde, los saberes ancestrales que poseen los agricultores, aprendidos de sus antecesores, se hacen a un

lado reconocidas prácticas de conservación de los recursos y se sustituyen por tecnologías que buscan mayores producciones agrícolas, ejemplo de ellas son: el uso de semillas modificadas genéticamente, el incremento de la mecanización y el aumento de las aplicaciones de productos agrotóxicos (Guirado et al., 2017; Mamani de Marchese & Filippone, 2018). Estas prácticas son ambientalmente insostenibles, económicamente inviables y socialmente inaceptables. Los saberes agrícolas ancestrales y tradicionales desempeñan un importante papel en la agricultura sustentable para la subsistencia de las familias, el cual está enfocado en el cuidado y conservación de los recursos naturales (FAO, 2013; Gómez & Victorino, 2008).

Una de las formas de recuperar los agroecosistemas degradados por la agricultura tradicional es con la aplicación de saberes y conocimientos ancestrales, que subyacen en comunidades de agricultores y otras personas del ámbito agrario. Esos saberes están sustentados científicamente en los principios de la Agroecología.

En la Península de Santa Elena aún existen conocimientos ancestrales aplicados a la agricultura y ganadería, es por esta razón que se pretende rescatar los conocimientos y saberes ancestrales que antes eran utilizados

por los primeros habitantes de la región y que mantenían una armonía con el medio ambiente; saberes que existen, pero no han sido estudiados.

Este trabajo forma parte de los resultados del proyecto de investigación titulado “Saberes ancestrales agropecuarios en la provincia de Santa Elena, Ecuador: su recuperación y validación”, aprobado y financiado por la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Su objetivo es contribuir al manejo, sobre bases sostenibles, de los agroecosistemas de la Península de Santa Elena a partir de la socialización de un conjunto de saberes y conocimientos ancestrales que poseen los habitantes de las zonas rurales.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en toda la provincia de Santa Elena (Figura 1). Se visitaron 55 comunas y en ellas se entrevistaron 78 personas con experiencias en las labores agropecuarias. En cada sitio se intentó encontrar a los pobladores de mayor edad para que ofrecieran su testimonio. El 62 % de las personas entrevistadas tienen edades superiores a los 65 años y el 87 % son hombres. Es necesario destacar que en ocasiones había mujeres presentes en las entrevistas, sin embargo, no participaban de la conversación.



Figura 1. Mapa de la provincia de Santa Elena que constituyó la zona de estudio.

La guía de preguntas para la entrevista abarcaba diversos temas de la producción agropecuaria específicamente, aunque también se consideraron aspectos sociales en sentido general como por ejemplo las festividades de las comunas, mitos, leyendas y costumbres.

Las principales temáticas agrícolas abordadas en las entrevistas fueron: cosecha de agua con el uso de albarradas, calendario agrícola, instrumentos o herramientas utilizados en las labores agrícolas, criterios para la selección de semillas, la asociación y rotación de cultivos, fertilización, prácticas de riego, plagas o enfermedades y sus medidas de control, conocimientos astrológicos, ritos y festividades usados en el ciclo agrícola y mitos, leyendas o creencias relacionados con la agricultura que se mantienen en la actualidad, además se indagaron otros temas

como la conservación de alimentos y el uso ancestral de las plantas.

Las entrevistas se grabaron y luego se fueron transcribiendo, respetando en todo momento los giros idiomáticos de los interlocutores. Siempre que las personas lo permitieron se colocó su nombre y el de la comuna a que pertenecen.

Resultados y Discusión

Se identificaron 16 prácticas agropecuarias que los comuneros realizaban o tomaban en cuenta al momento de iniciar una actividad agrícola (Tabla 1), de las cuales nueve se clasificaron como ancestrales, seis fueron tradicionales y una práctica como contemporánea (Tigrero Marcillo, 2019).

Tabla 1. Saberes agropecuarios identificados (modificada de Tigrero Marcillo, 2019).

Saberes identificados	Clasificación
Cosecha de agua con las Albarradas	Ancestral
Desmante y quema	Ancestral
Fertilización orgánica	Tradicional
Riego a base de lluvias, ríos y pozos	Ancestral
Riego con sistema de riego	Contemporáneo
Amadrinado de semillas	Ancestral
Semillas almacenadas en jurones	Ancestral
Control de enfermedades con preparados orgánicos o manualmente	Tradicional
Siembra en los meses de invierno y garúa	Ancestral
Siembra solo en meses de invierno	Ancestral
Asociación e intercalamiento	Tradicional
Rotación	Tradicional
Uso de los ciclos de la luna	Ancestral
Darse/ganar mano	Ancestral
Ritos, festividades y gastronomía usados durante ciclo agrícola	Tradicional
Creer en el Señor de Las Aguas	Tradicional

Elaborado por: Autores

Las prácticas cuyo basamento está en saberes ancestrales son el objeto de estudio de este trabajo y a continuación se relacionan, en todos los casos se exponen pequeños fragmentos de lo expresado por personas entrevistadas.

Cosecha de agua con las albarradas

Marcos Pino & Bazurco Osorio (2006) definen las albarradas, también conocidas como jagüeyes como "...humedales lénticos artificiales o reservorios de agua artificial. Construcciones hidráulicas, que poseen muros de tierra bien definidos...Se llenan mediante un proceso de lenta acumulación de agua de lluvia proveniente de las escorrentías que bajan de las elevaciones cercanas...también pueden llenarse con el agua de pequeños cauces que corren durante la estación lluviosa..."

Las albarradas constituyen el saber ancestral más reconocido por todos los entrevistados,

pues las primeras obras de este tipo fueron construidas por la cultura Valdivia (2000 a 1500 a.C.), según estudios arqueológicos que evidencian que en la Península de Santa Elena hubo una intensa actividad agrícola en esa época, que recargaba el acuífero de El Tablazo (Álvarez, 2005; Marcos & Álvarez, 2016).

El clima de la Península de Santa Elena es muy seco, llegando en algunas regiones a clasificarse como semidesértico, con cortos períodos de precipitaciones en los primeros meses del año. Es de suponer que fue esa la razón que motivó a los primeros pobladores de la zona a construir las albarradas, con el fin de suplir las necesidades hídricas propias y de los cultivos. En la actualidad ese conocimiento, ese saber ancestral se mantiene vivo, aun cuando algunas de estas construcciones han desaparecido o están mal conservadas (Fotos 1 y 2).



Foto 1. Albarrada San Gabriel en la comuna Tugadua (Fuente: Autores, junio, 2018).



Foto 2. Albarrada en la comuna Ciénaga. Obsérvese el mal estado de conservación (Fuente: Autores, junio, 2018).

Sr. Roberto Orrala comuna El Azúcar: “si aquí hubo tres albarradas, una albarrada se llamaba la Guerere, la otra se llamaba La Recreo, La Colina, los primeros pobladores del Azúcar, si las tres ósea que venían las corrientes de agua de una lomas que cuando llovía ellos recogían toda el agua que venía de la loma recogían de un solo lugar, entonces vieron eso ellos y de ahí formaron las famosas albarradas, dos albarradas eran grandes La Recreo y La Colina, la pequeña era la Guerere esa era pequeña, ya no existe, de aquí estaba a 500 metros La Guerere, la Colina estaba aquí en el pueblo, La Recreo estaba pasando el río, la gente los comuneros iban a traer agua en barriles, en poma para lavar la ropa todas tres eran para lavar ropa, bañarse. El mantenimiento era que, en esa época, por ejemplo, un día sábado peleaban dos personas aquí anteriormente había inspector, el inspector le cogía y le hacía trabajar en tareas y a mano con pico y lampa para que se hiciera más hondo las albarradas y en el invierno que coja más agua, en las tres albarradas por febrero ya estaban echando agua, tres meses para marzo ya estaban

llenas, se vaciaban ya cerquita del otro invierno que llegue, eran redondas”.

Aprovechamiento de las lluvias y garúas para comenzar las siembras.

Bajo este nombre se explican dos prácticas ancestrales muy relacionadas entre sí, pero que los pobladores de Santa Elena las reconocen de forma separada, ellas son: Siembra en los meses de invierno y garúa y Siembra solo en los meses de invierno. Esta separación está dada por la ubicación geográfica de las comunas. Las lluvias en la Península de Santa Elena tienen serios problemas de distribución, tanto espacial como temporal. En cuanto a lo espacial existen diferencias significativas entre las láminas que precipitan al norte respecto al sur, siendo mayores en la primera. Se supone que por esa razón la presencia de albarradas en la zona norte es menos notoria.

Desde el punto de vista temporal se puede afirmar que las escasas precipitaciones se concentran en algunos aguaceros que caen

entre los meses de enero y abril. Como se dijo antes, las precipitaciones en la Península de Santa Elena son escasas, por ejemplo, en la zona Sur los promedios anuales no alcanzan los 100 mm. Por tanto, son insuficientes para suplir las necesidades de los cultivos.

Garúa es la denominación que daban los pobladores originarios a las lloviznas que caen entre los meses de junio y septiembre. Una práctica transmitida de generación en generación es la de aprovechar la humedad de los suelos producto de las lluvias y garúas para sembrar los cultivos agrícolas y de esta forma garantizar la germinación y primeros estadios de las plantas. Es una percepción generalizada de los pobladores de las zonas rurales el cambio del patrón de distribución de las precipitaciones y la disminución de éstas y de las garúas, o sea, esa es la manera en que ellos perciben y manifiestan el cambio climático.

Comunero de La Rinconada: “En esos tiempos llovía, en ese tiempo las garúas eran bravas, los inviernos eran buenos, todo era cosecha, porque había agua, garúa, invierno”.

Comuneros de San José: “El riego era naturalmente de las lluvias, anteriormente era el invierno y era garúa que llamamos, por lo tanto, digamos llovía unos cinco meses de garúa, cinco meses digamos de invierno, total casi todo el año había agua estaba húmedo”. “Aquí la agricultura era muy buena, porque eran los inviernos, las garúas, porque aquí son dos clases de agua que Dios nos da. Viene por decirle el invierno que era por esta época (marzo) aquí era bueno, de ahí venía en el mes de mayo comenzaban seis meses de garúa y todo el tiempo había buena agricultura”.

Amadrinado de semillas.

Investigaciones antropológicas reportan que los primeros pobladores de la costa ecuatoriana, identificados como cultura Las Vegas, domesticaron diferentes especies vegetales, entre ellas el maíz (Stohtert, 1985), de ahí

que las técnicas de conservación de semillas sea una saber ancestral que algunos países se mantiene “vivo” (Vásquez González et al., 2018).

El amadrinado de semillas fue el nombre dado a una manera de garantizar las simientes para las cosechas futuras. Fue muy usado en el cultivo del maíz. Las mejores mazorcas eran seleccionadas y conservadas en lugares secos y frescos con el fin de usarlas en el próximo ciclo de cultivo. Esta es una práctica que se ha perdido con la introducción de híbridos de diversas especies y la modernización de las técnicas de siembra. En la Foto 3 se puede apreciar la manera en que se colocaban las mazorcas para conservarlas.



Foto 3. Amadrinado del maíz
(Fuente: Autores, mayo, 2018).

Eliodoro Catuto de Cerezal Bellavista: “Se guardaba el maíz, se alzaban así en palos y lo amarraban amadrinado aquí se amarraba con un nudo, acá una mazorca y acá otra mazorca, ahí lo dejaba alzado hasta que ya vuelta llovía, como unos seis meses pasaba”.

Enrique Tomalá de Bambil Collao: “Antiguamente también se sembraba porque ahora no hay de esta clase de maíz que había, primero era uno que llevaba de tres meses, ese maíz uno sembraba lo cogía y lo dejaba alzado para cuando ya el otro año, y muy bien aguantaba, no le caía nada de polilla, en cambio este en la mata mismo le cae la polilla, este maíz no se aguarda (guarda), se coge y enseguida se vende, no aguanta...”

Antes sembraba un maíz que era de a los tres meses había choclo y dos meses de sequedad, cinco meses se llevaba para haber maíz y ese maíz no se ponía nada; de un año a otro se alzaba la mazorca y ahí estaba hasta el otro año que ya sembraba de nuevo porque no se apollillaba. El maíz secaba en la mata mismo ya uno ya lo cortaba cuando ya estaba sequito ya lo traía y de ahí ya dejaba lo que ocupaba para sembrar no más, lo dejaba colgadito amadrinado con la hoja mismo y ahí venía el otro año de invierno, a desgranar y a sembrar de nuevo con esa misma semilla”.

Sr. José Bernabé, comuna Pechiche: “Aquí como no había negocio, usted cogía el maíz y le amarraba un par con las hojas y lo amadrinaba como llamaba, y se lo alzaba, había unas varas que se lo alzaba para el siguiente año o de ahí iba cogiendo para darles a las gallinas, se guardaba bastante o se lo desgranaba y se lo guardaba en saco”. Semillas almacenadas en jurones.

Otra manera de conservar las semillas era a través de uso de jurones, es decir, especies de cajas construidas con caña guadua donde se colocaban hasta la próxima época de cultivo. Lucas Rosales de Manantial de Guangala: “El maíz nosotros lo guardábamos, antes había jurones para guardar de un año para el otro la semilla. Jurones le llamaban en antes a unos cuadros que le hacían con caña y se le hacía para tener ahí el maíz para que no anduvieran botados en la casa”. Desmonte y quema.

Esta es una práctica tan antigua como la agricultura, que, si bien es una de las principales formas de fomentar nuevas áreas agrícolas, también ha sido un elemento fundamental en la degradación de los bosques, los suelos, las aguas y la biodiversidad (Roncal-García et al., 2008).

Los procesos de deforestación ocurridos en la Península de Santa Elena durante más de 200 años han contribuido a aumentar las condiciones de aridez en la zona con la consiguiente disminución de las precipita-

ciones y el aumento de las temperaturas, por solo mencionar dos de sus impactos fundamentales.

Sr. Roberto Orrala comuna El Azúcar: “en esa época no había maquinaria para la mecanización solamente ellos limpiaban el área, quemaban y llegaba el invierno y sembraban, solamente el machete para rozar las malezas, eso era individual cada cual tenía en ese tiempo no se nombraba de finca nada solamente las chacras, las chacras eran el lugar donde se sembraba tenían una hectárea, dos hectáreas, una hectárea era una chacra, dos hectáreas también eran una chacra, las personas que sembraban ellos mismo cosechaban no para vender solamente para el uso de consumo”.

A favor de esta práctica ancestral se puede argumentar que los perjuicios ocasionados por los pequeños productores no son significativos al compararlos con los ocasionados por las grandes empresas durante la denominada Revolución Verde.

Empleo de las fases de la luna

Las fases de la luna junto a las fluctuaciones de las mareas es un conocimiento que aún se mantiene para definir el momento de ciertas actividades como siembra, cosecha y corte de madera, estos saberes no son solo en la costa ecuatoriana como se puede observar en los imaginarios míticos en las prácticas agropecuarias rurales de Colombia (Ramírez Arias et al., 2010).

Algunas personas mencionaron que el momento para la siembra o cosecha de determinados cultivos lo identificaban por el ciclo de las mareas, esto no habría sido novedad para habitantes de zonas costeras, sin embargo, esos planteamientos lo hicieron pobladores de “tierra adentro”, de comunas alejadas de la costa. Se supone que esto obedece a la relación que existe entre los ciclos de la luna y los de las mareas, que en poblaciones cuyos ancestros vivieron cerca del mar ha quedado ese saber que se trasmite de generación en generación.

Comunero de San José: “Nosotros siempre hemos esperado la menguante, en la menguante uno siembra y eso todo el tiempo ha sido así, no sembraban en cualquier tiempo, por decirle en aguaje nadie ha sembrado; el problema con el aguaje es que la siembra sale, por decirle el maíz se hacen unos matonsísimos grandísimos y se cosecha el maíz muy pequeño, pero en menguante no tienes ningún problema, crea la mata lo normal da muy buena mazorca, todo el maíz lleno o por decirle le cae la polilla en veces cuando uno siembra en aguaje”.

Sr. Antonio Orrala comuna Río Verde: “Se le cogía siempre decían los abuelos que había que coger con luna, con luna llena esa semilla no se dañaba y permanecía ósea el mejor choclo” ¿Cosechaba en luna llena? “Claro, aja exactamente Entonces ese choclo quedaba y uno lo desgranaba y permanecía o lo dejaba en mazorca lo dejaba alzado permanecía alzado y ya cuando era la época de invierno uno lo desgranaba y con eso sembrábamos y no había que ponerle nada eso era antes”.

Darse/ganar la mano.

Este fue el saber ancestral que desde el punto de vista cultural se identificó. Consistía en la contribución que realizaba una persona a otra, o sea, una ayuda en las labores que luego se retribuía de la misma manera. Se supone que esta actividad pudiera uno de los orígenes de las comunas que se encuentran en la Península de Santa Elena. Lourdes Villón de Bellavista del Cerro: “Los vecinos se ayudaban, eso sí se hacía aquí, horita todavía hacen, ganan mano como quien dice”.

Conclusiones

Los habitantes de las comunas de la provincia Santa Elena poseen valiosos saberes agropecuarios (ancestrales, tradicionales, contemporáneos) que es necesario rescatar y socializar para que sean aplicados por los agricultores. De esa manera es posible la conservación de los recursos naturales.

Los saberes identificados se relacionan con una agricultura científica basada en principios agroecológicos.

El saber más antiguo y que aún se mantiene vigente es la utilización de las albarradas como estructuras hidráulicas para la cosecha de agua.

Literatura Citada

Álvarez, S. G. (2005). *Tomo I Comunas y comunidades con Sistemas de Albarradas. Descripciones Etnográficas* (1era. edición). Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala.

Barogil, O., Espitia Hernandez, L. D., Restrepo Hernandez, M. T., & Rivera Cumbre, M. (2014). Saberes ancestrales en comunidades agrarias: La experiencia de Asopricor (Colombia). *Ambiente y Desarrollo*, 18(34), 125–140. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.AYD18-34.saec>

Carvalho, N. (2015, septiembre 13). Saberes ancestrales: lo que se sabe y se siente desde siempre. *El Telégrafo*. Recuperado de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/buen/1/saberes-ancestrales-lo-que-se-sabe-y-se-siente-desde-siempre>.

Crespo, J. M., & Vila, D. (2014). Saberes y conocimientos ancestrales, tradicionales y populares: el Buen Conocer y el diálogo de saberes dentro del Proyecto del Buen Conocer - Flok Society (Informe de proyecto Núm. Stream 5: Comunidades, Policy Doc ID: 5.2; p. 48). Ecuador: Ministerio Coordinador del Conocimiento y Talento Humano, SENESCYT y el Instituto de Altos Estudios Nacionales del Ecuador.

FAO. (2013). *Cartilla: Saberes ancestrales e indicadores naturales para la reducción de riesgos a desastres agropecuarios*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-as976s.pdf>

Gobierno del Ecuador. (2016). *Código Orgá-*

nico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación (Código Ingenios) (p. 113) [Registro Oficial Año IV - No. 899]. Quito, Ecuador: Asamblea Nacional.

Gómez Espinoza, J. A., & Gómez González, G. (2006). Saberes tradicionales agrícolas indígenas y campesinos: rescate, sistematización e incorporación a la IEAS. *Ra Ximhai*, 2, 97–126. <https://doi.org/10.35197/rx.02.01.2006.06.jg>

Gómez, J., & Victorino, L. (2008). Saberes agrícolas tradicionales como programa académico. *Convergencia Revista de Ciencias Sociales*, 15(47), 263–284.

Guirado, C., Tulla, A., Valldeperas, N., & Vera, A. (2017). A Agricultura Social na Catalunha: uma alternativa de desenvolvimento local sustentável contra a crise económica e social. *GOT, Revista de Geografia e Ordenamento do Território*, (11), 189–213. <https://doi.org/10.17127/got/2017.11.009>

Landini, F., & Murtagh, S. (2011). Prácticas de extensión rural y vínculos conflictivos entre saberes locales y conocimientos técnicos. Contribuciones desde un estudio de caso realizado en la provincia de Formosa (Argentina). *Ra Ximhai*, 7(2), 263–279.

Mamani de Marchese, A., & Filippone, M. P. (2018). Bioinsumos: componentes claves de una agricultura sostenible. *Revista agronómica del noroeste argentino*, 38(1), 9–21.

Marcos, J. G., & Álvarez, S. G. (2016). Campos de camellones y jagüeyes en Ecuador: una visión integral desde la arqueología al presente socioambiental. *Intersecciones en antropología*, 17(1), 19–34.

Marcos Pino, J. G., & Bazarco Osorio, M. (2006). Albarradas y camellones en la región costera del antiguo Ecuador. En Francisco Valdez, editor. Colección "Actas & Memorias del IFEA: Vol. 3. Agricultura ancestral: camellones y albarradas. Contexto social usos y retos del pasado y del presente (1ra

edición, pp. 93–108). Quito, Ecuador: Ediciones Abya-Yala.

Paucar, M. (2015). Revaloración de los saberes ancestrales agrícolas y manejo poscosecha de alimentos y su relación con la práctica alimentaria y nutricional en tres escenarios de la parroquia Quisapincha (Maestría). Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Ramírez Arias, S., Zúñiga Torres, M. C., Quintero Vargas, H., & Jiménez García, W. G. (2010). Imaginarios míticos en las prácticas agropecuarias rurales en fincas de la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Mundo agrario*, 10(20). Recuperado de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1515-59942010000100011&lng=es&nrn=iso&tlng=es

Roncal-García, S., Soto-Pinto, L., Castellanos-Albores, J., Ramírez-Marcial, N., & de Jong, B. (2008). Sistemas agroforestales y almacenamiento de carbono en comunidades indígenas de chiapas, México. *Interciencia*, 33(3), 200–206.

Stohtert, K. E. (1985). The Pre-ceramic Las Vegas Culture of Coastal Ecuador. *American Antiquity*, 50(3), 613–637. <https://doi.org/10.2307/280325>

Tigrero Marcillo, J. (2019). Saberes agropecuarios ancestrales y tradicionales en comunas de la provincia de Santa Elena (Ingeniería). Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Santa Elena.

Vásquez González, A. Y., Chávez Mejía, C., Herrera Tapia, F., & Carreño Meléndez, F. (2018). Milpa y seguridad alimentaria: El caso de San Pedro El Alto, México. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXIV(2), 24–36.



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino, mediante la prueba California Mastitis Test, en el cantón Rocafuerte de la provincia Manabí, Ecuador.

Prevalence of subclinical mastitis in cattle, using the California Mastitis Test, in the Rocafuerte canton of Manabí province, Ecuador.

Roque Heriberto Avellán Vélez³ Marina Dalila Zambrano Aguayo^[1] Laura Monserrate De La Cruz Veliz¹ Carlos Alfredo Cedeño Palacios² María Hipatia Delgado Demera¹ Patricio Fabián Rezabala Zambrano⁴ Yandri Andrés Macías Moreira¹

[1]Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

²Facultad de Ciencias Matemática, Físicas y Químicas de la Universidad Técnica de Manabí.

³Departamento Distrital de Sanidad Animal de AGROCALIDAD, Ecuador.

⁴Facultad de Ciencias Humanísticas de la Universidad Técnica de Manabí.

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en el cantón Rocafuerte, perteneciente a la zona centro de la provincia Manabí. El objetivo fue determinar la prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino. Para ello se evaluó un total de 280 vacas en ordeño durante 6 meses, en varias ganaderías bovinas seleccionadas al azar. Para conocer la prevalencia de mastitis subclínica, se realizó la prueba California Mastitis Test (CMT). Los resultados del estudio demostraron que existe una prevalencia de mastitis subclínica en vacas de 38,57%, en los cuartos mamarios se encontró un 15,76% de prevalencia de mastitis subclínica; en los cuartos individuales se encontró una prevalencia de mastitis subclínica entre 12,86- 19,29%. Al comparar proporciones se estableció que el mayor porcentaje 30,68% de cuartos mamarios afectados por mastitis subclínica correspondían a la posición posterior derecha (CPD), en relación a la posición posterior izquierda (CPI) encontrándose diferencia significativa ($p < 0.05$) entre ambas posiciones. Se pudo apreciar que el 93,52% ($p < 0.05$) de las vacas positivas a la prueba eran múltiparas, además que el 83,33% ($p < 0.05$) se encontraban entre 1 a 100 días de lactancia. Se concluye que la prevalencia de mastitis subclínica encontrada fue alta, y pudo estar relacionado con problemas sanitarios en la rutina el ordeño, y como consecuencia provoca pérdidas económicas en los productores de este cantón.

Palabras clave: prevalencia; mastitis subclínica; cuartos afectados; cantón Rocafuerte

Abstract

The present study was carried out in the canton Rocafuerte, belonging to the central area of the Manabí province. The objective was to determine the prevalence of subclinical mastitis in cattle. To this end, a total of 280 cows were milked for 6 months in several randomly selected bovine herds. To know the prevalence of subclinical mastitis, the California Mastitis Test (CMT) was performed. The results of the study showed that there is a prevalence of subclinical mastitis in cows of 38.57%, in the fourth mammary quarters a 15.76% prevalence of subclinical mastitis was found; in the individual rooms a prevalence of subclinical mastitis was found between 12.86- 19.29%. When comparing proportions, it was established that the highest



percentage 30.68% of breast rooms affected by subclinical mastitis corresponded to the right posterior position (CPD), in relation to the left posterior position (CPI), finding a significant difference ($p < 0.05$) between both positions. It was possible to appreciate that 93.52% ($p < 0.05$) of the cows positive to the test were multiparous, besides that 83.33% ($p < 0.05$) were between 1 to 100 days of lactation. It is concluded that the prevalence of subclinical mastitis found was high, and could be related to health problems in the milking routine, and as a consequence causes economic losses in the producers of this canton.

Keywords: prevalence subclinical mastitis; affected rooms; Rocafuerte canton

Introducción

La mastitis se le define como la inflamación de la glándula mamaria caracterizada por cambios físicos y químicos en la leche y es causada por lesión física, agentes químicos y por microorganismos, principalmente por varios tipos de bacterias, algunos hongos y micoplasmas (Castillo, 2015), menos frecuente por alergia y neoplasias (Menzies y Ramanon, 2001). Cuya característica son cambios patológicos en el tejido de la ubre, los cambios más importantes en la leche son decoloración, presencia de grumos y aumento en el número de células inflamatorias (Castillo, 2015), y constituye un serio problema para la salud pública en la industria de lácteos, ya que el uso incorrecto e indiscriminado de antibióticos para el tratamiento es evidente, estos contaminan la leche con niveles cada día más elevados e inhiben la fermentación de los cultivos bacterianos que se utilizan en la fabricación de productos lácteos (Pastor y Bedolla, 2008).

En algunas provincias del Ecuador, como en Azuay, la prevalencia en vacas fue de 36,1% y al valorar la prevalencia por cuartos esta fue de 17,6% (Álvarez y Chuqui, 2017), Caraguay (2012), encontró un 44,3% en Loja; Cuzco (2015), obtuvo un 50% en Chimborazo; Gomes y Rodríguez (2017), reportan el 74,41% en pichincha e Imbabura y, Espinoza y Mier (2013), registraron un 79,66% de prevalencia en el Napo, mientras que Murillo et al, (2017), en su estudio realizado al sur de Ecuador, detectó que la mastitis subclínica fue mayor en las ganaderías grandes y medianas. En la provincia Manabí, según INEC (2017), existe una población de 867.456 vacas de ordeño, siendo Rocafuerte uno de los cantones en la que la ganadería

constituye una de las actividades más importantes para sus habitantes. Sin embargo tanto en este cantón como en la provincia no existen reportes sobre la situación de la mastitis subclínica en las ganaderías bovinas, lo que justifica en gran medida el objetivo de este trabajo.

Metodología

Área de estudio

La investigación se realizó en 10 ganaderías bovinas del cantón Rocafuerte de la Provincia Manabí, Ecuador. El cantón está ubicado en la zona centro de la provincia Manabí, posee una población de 56.784 habitantes, según el INAMHI (2015) a 0°,55" y 6" de latitud sur y 80° 26' 10" y a 10 msnm, posee una temperatura promedio de 25.2° C, una pluviosidad promedio de 540.0 mm, una topografía plana, ondulada, con elevaciones y con condiciones de explotación para pastoreo

Diseño de estudio

Para determinar la prevalencia de mastitis bovina en vacas lechereas se realizó un estudio epidemiológico transversal durante los meses de agosto de 2018 a enero de 2019, en el cual se muestrearon 280 vacas procedentes de 10 ganaderías seleccionados al azar, 1.117 cuartos mamarios, de los cuales se tomó muestra de leche sin considerar 3 cuartos que se encontraban ciegos o no funcionales.

Para calcular la prevalencia de mastitis subclínica en cuartos mamarios individuales se identificaron los cuartos como A, B, C, D; siendo A, cuarto anterior derecho, B cuarto anterior izquierdo, C cuarto posterior derecho y D cuarto posterior izquierdo.

Tamaño de la muestra.

Se calculó el tamaño de la muestra para éste estudio, según lo establecido en el manual de Jaramillo y Martínez (2010). Conociendo

por datos preliminares que existe una probabilidad de que se presente la enfermedad en un 20% de las hembras bovinas, con una confianza de 95% y un error estimado del 5%.

$$\text{Formula: } n = \frac{z^2 pq}{d^2}$$

Donde:

z = nivel de confianza= 1.96 al 95 %

p = probabilidad de que ocurra el evento 0.20 (mastitis)

q =1- p Probabilidad de que no ocurra el evento 0.8

d = error estimado 0.05

La n mínima para este estudio fue de 246 muestras

Metodología diagnóstica.

Para determinar la prevalencia de mastitis se utilizó la prueba California Mastitis Test (CMT) técnica y procedimiento recomendado por el Consejo Nacional de Mastitis (NMC por sus siglas en inglés) (Philpot y Nickerson, 1992).

La prueba CMT, se realizó de la siguiente manera: previo se limpiaron los pezones con agua y se secaron, se descartó la leche del

preordeño, se tomó uno o dos chorros de leche de cada cuarterón en cada una de las placas de la paleta, luego se inclinó la paleta de modo que se desechó la mayor parte de esta leche. Inmediatamente se añadió a la leche un volumen igual de reactivo, se mezcló el reactivo y se examinó en cuanto a la presencia de una reacción de gelificación (Bedolla y Castañeda, 2007). La interpretación de resultados se realizó bajo el siguiente criterio.

Resultado	Criterios para la interpretación de resultados
Negativo: 0	El estado de la solución permanece inalterado. La mezcla sigue en estado líquido. El 25% de las células son leucocitos polimorfonucleares
Trazas:	Se forma un precipitado en el piso de la paleta que desaparece pronto. De un a 30% son leucocitos polimorfonucleares.
1 (+)	Hay mayor precipitado pero no se forma gel. De un 30 a 40% son leucocitos polimorfonucleares
2 (++)	El precipitado se torna denso y se concentra en el centro. De un 40 a 70% son leucocitos polimorfonucleares
3 (+++)	Se forma un gel muy denso que se adhiere a la paleta. De un 70 al 80% son leucocitos polimorfonucleares

Fuente: Bedolla y Castañeda (2007).

Procesamiento y Análisis de Datos

Los datos obtenidos de la investigación se registraron en una hoja de Microsoft Excel y se calculó la prevalencia de mastitis subclínica en vacas, en el total de cuartos mamarios, en cuartos mamarios individuales y la proporción de cuartos afectados, de acuerdo a las siguientes fórmulas epidemiológicas (Gómez et al., 2015).

- Prevalencia en vacas (P) = (N.º de vacas positivas / N.º total de vacas) × 100
- Prevalencia en el total de cuartos mamarios (PTC) = (N.º de cuartos positivos / N.º total de cuartos) × 100
- Prevalencia en los cuartos mamarios individuales (PCI) = (N.º de cuartos positivos por posición / N.º total de cuartos por posición) × 100
- Proporción de cuartos mamarios afectados (PCA) = (N.º de cuartos positivos por posición / N.º total de cuartos positivos) × 100

En el estudio se consideró una vaca positiva, cuando al menos tenía un cuarto afectado.

Resultados y Discusión

De las 280 hembras bovinas muestreadas en el cantón, 108 resultaron positivas a CMT, considerando el grado trazas como positivos. La prevalencia de mastitis subclínica en vacas, encontrada en este estudio fue de 38,57% (Tabla 1), Anteriormente no existen reportes publicados en esta área de estudio, Sin embargo los resultados de esta investigación son similares a los estudios realizados por Álvarez y Chuqui (2017) en Azuay, Ecuador, quienes encontraron el 36,1% de prevalencia de mastitis en vacas lecheras. Al respecto Acuña y Rivadeneira (2008) en la provincia de Pichincha refieren menores valores de un 10,67% y Farinango (2015) en Cayambe encontró valores de 22,22% de prevalencia de mastitis.

Por otra parte también existen autores que refieren prevalencia mayores a las observadas, como las registradas por Caraguay (2012), quien encontró un 44,3% en Loja; Cuzco (2015), obtuvo un 50% en Chimborazo; Gomes y Rodríguez (2017), reportan el 74,41% en pichincha e Imbabura y, Espinoza y Mier (2013), registraron un 79,66% de prevalencia en el Napo, evidenciando un problema de importancia sanitaria para los productores de la región.

En otros países de América latina, también se han reportado prevalencias superiores a las encontradas en el presente trabajo, como el de Zurita (2012), quien observó una prevalencia de mastitis en vacas del 70%, en Chile. Por otro lado Gómez et al, (2015), refieren una prevalencia de 65,% en Perú y por último Trujillo et al, (2011) reportan una prevalencia de mastitis subclínica por vaca de 42.4% en Colombia, lo manifiesta Martínez et al, (2015), que la forma clínica se presenta apenas en un 0.66%, mientras

que la subclínica en un 98.6%, esto demuestra que la mastitis subclínica es un problema global y que representa pérdidas enormes al sector ganadero.

Para el análisis de la prevalencia de mastitis subclínica en el total de cuartos mamarios se evaluaron 1.117 cuartos, excluyendo 3 que no eran funcionales, 176 salieron positivos por lo que se obtuvo una prevalencia de 15,76% (Tabla 1), resultados similares a los reportes de Álvarez y Chuqui (2017), quienes obtuvieron 17,6%, de prevalencia en cuartos, en la provincia de Azuay, existen resultados menores en relación a los valores encontrados en este estudio, como el de Farinango (2015), quien observó el 8,84% de cuartos mamarios infectados, en la provincia Cayambe; sin embargo resultados mayores refieren Espinoza y Mier (2013), quienes encontraron el 49,98% de cuartos afectados, en la provincia de Napo, al igual que Gomes y Rodríguez (2017), mismos que reportan el 51,54% de afectación en Pichincha e Imbabura.

También existen estudios realizados en otros países del mundo, que reportan diferentes valores de prevalencia, como en el caso de Chile el 40% (Zurita (2012); en Colombia la prevalencia de mastitis subclínica por cuarto fue de 19.9% (Trujillo et al 2011), en este mismo país Rodríguez (2006), refiere una prevalencia de 30% con ordeño mecánico y de 23,6% con ordeño manual; en Perú Gómez et al, (2015), encontraron el 42.3% y, en Venezuela, Scaramelli et al, (1999), reportaron una prevalencia general en cuartos de 25,54%. Esta gran diferencia de mastitis subclínica en vacas, como en el total de cuartos mamarios, tanto en las provincias de Ecuador como en otros países, podría deberse a determinados factores que fluctúan en cada contexto

Tabla 1. Prevalencia de mastitis subclínica en vacas y en cuartos mamarios, en vacas del cantón Rocafuerte de la provincia Manabí.

En vacas y cuartos de mamarios	Prevalencia%
Total de Vacas	(108/280) 38,57 %
Total de Cuartos mamarios	(176/ 1117) 15,76 %

La Tabla 2 muestra la prevalencia de mastitis subclínica por cuartos individuales en vacas afectadas del cantón Rocafuerte de la provincia de Manabí, donde se observó que el cuarto posterior derecho tuvo un grado de afectación de 19,29% con una significación

de ($p < 0.05$) en relación al cuarto posterior izquierdo, encontraron rangos superiores a los observados en este estudio, de 40.0 al 45.5%, en Perú y en Venezuela desde 9,9 al 49,7% (Carrasco et al., 2014).

Tabla 2. Prevalencia de mastitis subclínica en cuartos mamarios individuales en vacas del cantón Rocafuerte de la provincia Manabí.

Cuartos mamarios individuales	Prevalencia%
Cuarto anterior derecho (A)	(39/279) 13,98 ^{ab}
Cuarto anterior izquierdo (B)	(47/278) 16,91 ^{ab}
Cuarto posterior derecho (C)	(54/280) 19,29 ^a
Cuarto posterior izquierdo (D)	(36/ 280) 12,86 ^b

Proporciones con letras diferentes por columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$)

En la Tabla 3 aparecen las proporciones de los cuartos mamarios afectados con mastitis subclínica en vacas del cantón Rocafuerte de la provincia Manabí. Se aprecia que el 30,68% de cuartos afectados por mastitis subclínica correspondían a la posición posterior derecha (CPD), mismo que difiere significativamente ($p < .05$) con los demás. Estos datos concuerdan con resultados que muestra Bonifaz y Conlago (2016), en la provincia pichincha de Ecuador, quienes observaron en su estudio que el cuarto más afectado fue el posterior derecho (CPD), esto es

corroborado por Aguilar et al, (2014), en México, donde establece que los animales muestreados en su estudio, fueron más susceptibles a presentar mastitis en los cuartos posteriores ($p < .05$), en comparación a los cuartos anteriores. Sin embargo al respecto, manifiesta Duarte (2004) que los cuartos anteriores son más propensos a presentar mastitis, en especial el cuarto anterior derecho (CPD), estas diferencias de resultados podría estar relacionado con el manejo de los animales durante el ordeño.

Tabla 3 Cuartos mamarios afectados con mastitis subclínica en vacas del cantón Rocafuerte de la provincia Manabí.

En cuartos mamarios individuales	Prevalencia%
Posición de cuarto anterior derecho (CAD)	(39/176) 22,16 ^{ab}
Posición de cuarto anterior izquierdo (CAI)	(47/176) 26,70 ^{ab}
Posición de cuarto posterior derecho (CPD)	(54/176) 30,68 ^a
Posición de cuarto posterior izquierdo (CPD)	(36/176) 20,45 ^b

Proporciones con letras diferentes por columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$)

Se pudo observar que el 93,52% (Tabla 4), de las vacas positivas a la prueba diagnóstica, eran multíparas lo que difiere significativamente ($p < 0.05$) con las primíparas, esto concuerda con estudios realizados por Trujillo et al, (2011), quienes observaron que la mayoría de las vacas evaluadas en su estudio eran multíparas, con un promedio de 3,6 partos; Caraguay (2012) también refiere que los animales con más de tres partos son más susceptibles a padecer mastitis subclínica, esto último podría sustentar los resultados obtenidos en este estudio.

Además se detectó que el 83,33% (Tabla 4),

de las vacas positivas a CMT se encontraban entre el 0 a 100 días de lactancia, lo que difiere significativamente ($p < 0.05$) con los otros periodos, estos resultados difieren a los reportes de Ramírez et al, (2011) quienes revelan que las vacas que tuvieron más de seis meses, correspondiente a 180 días de lactancia, presentaron una probabilidad de 2,65 veces más de presentar mastitis subclínica, en comparación con las de un mes o 30 días de lactancia ($p < 0,05$), resultados similares a este último presentó Trujillo et al, (2011), quienes señalan que las vacas evaluadas tuvieron un promedio de 179 días en leche.

Tabla 4. Número y estado de lactancia de las vacas del cantón Rocafuerte de la provincia Manabí.

Numero de lactancia	Total	%
Multíparas	101	93,52 ^a
primíparas	7	6,48 ^b
Estado de lactancia		
De 0 a 100 días	90	83,33 ^a
De 101 a 180 días	13	12,04 ^b
Más de 181 días	5	4,63 ^c

Proporciones con letras diferentes por columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$)

Conclusión

En el Cantón Rocafuerte de la provincia Manabí se diagnosticó una prevalencia de mastitis subclínica de 38,57% en vacas, de ellas el 93,52% resultaron multíparas y el 83,33% correspondían entre los primeros a los 100 días de lactancia. Los cuartos mamarios mayormente afectados el 30,68% correspondieron a la posición posterior derecha.

Recomendación

Determinar las posibles causas que están afectando la glándula mamaria en las vacas del cantón Rocafuerte de la provincia Manabí, para establecer un programa de prevención y control al respecto.

Literatura Citada

1. Acuña Molina, V.L. y Rivadeneira Espinosa, A.P. (2008) Aislamiento, identificación y antibiograma de patógenos presentes en leche con mastitis en ganaderías bovinas de la provincia de Pichincha. Tesis de pregrado. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí, Abril 2008. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2553/1/T-ES-PE-IASA%20I-003435.pdf>

2. Aguilar Aldrete, A.; Bañuelos Pineda, J.; Pimienta Barrios E.; Aguilar Flores A.; Torres Moran P. (2014) Prevalencia de mastitis subclínica en la región Ciénega del estado de Jalisco. ABANICO VETERINARIO ISSN: 2448-6132 Editor Sergio Martínez González sisupe.org/revistasabanico

3. Alvarez Pogyo, E.A. y Chuqui Murillo, C.A. (2017) Prevalencia de mastitis subclínica mediante California Mastitis Test (CMT) en ganado bovino lechero del cantón Cuenca. Tesis de grado de la Universidad de Cuenca. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/26628/1/Tesis.pdf>

4. Bedolla, C.C y Castañeda, V.H (2007) Métodos de detección de la mastitis bovina

(Methods of detection of the bovine mastitis) REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. Vol 8 Núm. 9. ISSN 1695-7504 2007.

5. Bonifaz, N. y Conlago, F. (2016) Prevalencia e Incidencia de mastitis bovina mediante la prueba de California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, en paquiestancia, Ecuador. La Granja. Revista Ciencias de la Vida 24(2) 2016:43-52. DOI:10.17163/l-gr.n24.2016.04.

6. Caraguay Guailas, M.E. (2012) diagnóstico de mastitis subclínica por el método California Mastitis Test, aislamiento, identificación y sensibilidad del germen en las ganaderías de la parroquia Chantaco del cantón Loja. Tesis de pregrado. Universidad Nacional de Loja. Disponible en <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5389/1/DIAGN%20%93STICO%20DE%20MASTITIS%20SUBCL%20%8DNICA%20POR%20%20EL%20M%20%89TODO%20CALIFORNIA.pdf>

7. Carrasco-Rodríguez, M.; Peris-Rivera, C.; Ciria-Ciria, J.; Riera-Nieves, M.; Nieves-Crespo, L. (2014) Prevalencia e Incidencia de infecciones intramamarias en vacas de raza Carora en sistemas de pastoreo y estabulación. Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXIV, N° 1, 47 - 54, 2014.

8. Castillo. (2015). La mastitis en la producción lechera. Informe Técnico. Zaragoza, España: Editorial Acribia.

9. Cuzco Soto, G.E (2015) Determinación de la sensibilidad de CMT para el diagnóstico de mastitis subclínica y su relación en cultivo de leche más antibiograma en la hacienda "El Boliche". Tesis de pregrado. Universidad Técnica de Ambato.

Disponible en: <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/18364/1/Tesis%2031%20Medicina%20Veterinaria%20%20Zootecnia%20-CD%20343.pdf>

10. Duarte, A. (2004). Prevalencia de mastitis

- subclínica en el ganado criollo Reina en la finca Santa Rosa de la UNA en época de verano. Tesis de Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.p. 61.
11. Espinoza Salazar, M.G. y Mier Jiménez, J.P (2013) Determinación de la prevalencia de mastitis Mediante la prueba California Mastitis Test e Identificación y Antibiograma del agente causal en ganaderías lecheras, Tesis de pregrado. Universidad Central del Ecuador, disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/1281/1/T-UCE-0014-33.pdf>
12. Farinango Navas Á.H. (2015) Prevalencia de mastitis bovina mediante la prueba California Mastitis Test con identificación del agente etiológico, en el centro de acopio de leche de la comunidad de Pulisa, Cayambe, Ecuador. Tesis de pregrado. Universidad Politécnica Salesiana. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/9826/1/YT00250.pdf>
13. Gómez-Quispe, O.E. Santivañez-Ballón, C.S.; Arauco-Villar, F.; Espezua-Flores, O.H.; Manrique-Meza, J. (2015) Criterios de Interpretación para California Mastitis Test en el Diagnóstico de Mastitis Subclínica en Bovinos. *Rev Inv Vet Perú* 2015; 26(1): 86-95. doi.org/10.15381/rivep.v26i1.10912.
14. Gomes Díaz, L.S y Rodríguez Iturralde, L.F (2017) Microorganismos relacionados con mastitis bovina en comunidades de pequeños. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
15. INAMHI (2015) [Instituto Nacional de meteorología e Hidrología del Ecuador] Mapas geográficos del Ecuador por cantones. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador.
16. INEC (2017) [Instituto Nacional de Estadística y Censo] Faenamiento de ganado bovino en manabi por cantones. Quito, Ecuador: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.
17. Jaramillo Arango C.J. y Martínez Maya J.J. (2010) *Epidemiología Veterinaria*, Editorial El Manual Moderno, ISBN: 978-607-448°38-2.
18. Martínez, D., Cruz-Carrillo, A., Millán, A., Moreno-Figueroa, G. (2015). Evaluación del estado de resistencia de agentes etiológicos de mastitis clínica y subclínica frente a algunos antimicrobianos utilizados en hembras bovinas del municipio de Sotaquirá (Boyacá-Colombia). *Revista Científica, FCV-LUZ*, 25(3), 223-231
19. Menzies, P. I., Ramanoon, S. Z. (2001) Mastitis of sheep and goats. *Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*. 17(2):333-358.
20. Murillo, Y.A.; Vázquez, J.M.; Ayala, L.E.; Pesantez, M.T.; Pesántez, J.L.; Serpa, V.G.; Rodas, E.R.; Nieto, P.E.; Calle, G.R.; Bustamante, J.G.; Dután, J.B.; Andrade, O.S.; Ortega, V.V. (2017) La rutina de ordeño en la prevalencia de la mastitis subclínica en lecherías. al sur del Ecuador MASKANA, Producción Animal.
21. Pastor Guízar Figueroa, J.I. y Bedolla Cedeño, J.L.C. (2008) Determinación de la prevalencia de mastitis bovina en el municipio de Tarímbaro, Michoacán, mediante la prueba de California. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504. 2008 Volumen IX Número 10 Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101008/101004.pdf>
22. Philpot, W), Nickerson R. (1992). Importancia de la cuenta de células somáticas y los factores que la afectan. III Congreso Nacional de Control de Mastitis y Calidad de la Leche. León Guanajuato, México. pp26.
23. Ramírez Vásquez, N.; Arroyave Henao, O.; Cerón-Muñoz, M.; Jaramillo, M.; Cerón, J.; Guillermo Palacio, L. (2011) Factores asociados a mastitis en vacas de la microcuenca lechera del altiplano norte de Antioquia, Colombia* *Rev. Med. Vet.*: N.º 22. páginas 31-42

24. Rodríguez Martínez, G. (2006) Comportamiento de la mastitis bovina y su impacto económico en algunos hatos de la sabana de Bogotá, Colombia. *Revista de Medicina Veterinaria* N° 12: 35-55/ julio –diciembre 2006.
25. Scaramelli A, A.; Ferraro R, L. y Troya, H. (1999) "Recuento electrónico de células somáticas aplicado a la detección de mastitis subclínica bovina en fincas lecheras de los Estados Aragua y Carabobo, Venezuela." *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, vol. 9, no. 6, 1999, p. 508.
26. Trujillo, C.M.; Gallego, A.F.; Ramírez, N.; Palacio, L.G. (2011) Prevalencia de mastitis en siete hatos lecheros del oriente antioqueño. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2011; 24:11-1
27. Zurita. (2012). Mastitis bovina con especial énfasis en la realidad nacional. Santiago de Chile: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile.



Propuesta de encuesta para la obtención del conocimiento ancestral en el estudio etnobotánico de especies medicinales en comunidades amazónicas

Yoel Rodríguez Guerra¹, María Adela Valdés Sáenz¹, Sandra Soria Re¹, Javier Domínguez Brito¹, Alexandra Torres¹, Carlos Julio Pico Angulo¹

Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Pastaza Ecuador
yoel4070@yahoo.es, yrodriguez@uea.edu.ec

Resumen

El estudio etnobotánico se realiza debido a la pérdida acelerada del conocimiento tradicional, la degradación de los bosques y de hábitats naturales en las comunidades amazónicas y zonas afines. El objetivo de este trabajo es proponer un instrumento que facilite la accesibilidad de información sobre los conocimientos ancestrales relacionado con el estudio etnobotánico de especies medicinales y otros usos. Para ello se debe aplicar una encuesta sobre la base del Modelo Teórico de la Comunicación para el Desarrollo, el cual propone la técnica Interlocutor - Medio - Interlocutor que permite el diálogo entre el interlocutor y el destinatario con un carácter científico que se realizará en tres momentos: aplicación, validación y generalización, obteniéndose así la información que atesoran las comunidades amazónicas en concordancia con su etnia de origen etnobotánica a partir del manejo del instrumento (encuesta). Los resultados demostraron la efectividad del escalonamiento de estas etapas en la aplicación de la encuesta a través de la relación que se establece entre el investigador y los líderes comunitarios, sanadores ancestrales, agricultores, amas de casas, personas de diferentes edades, otros miembros de la comunidad con interés en la temática. Además de facilitar la accesibilidad para la ubicación e identificación de especies medicinales y otros usos.

Palabras claves: comunidades, encuesta, etnobotánica participativa, guía metodológica, plantas medicinales

Abstract

The ethnobotanical study is carried out due to the accelerated loss of traditional knowledge, the degradation of forests and natural habitats in the Amazonian communities and related areas. The objective of this work is to propose an instrument that facilitates the accessibility of information on ancestral knowledge related to the ethnobotanical study of medicinal species and other uses. To do this, a survey must be applied on the basis of the Theoretical Model of Communication for Development, which proposes the Interlocutor - Middle - Interlocutor technique that allows dialogue between the interlocutor and the recipient with a scientific character that will be carried out in three moments: application, validation and generalization, thus obtaining the information treasured by the Amazonian communities in accordance with their ethnic ethnobotanical origin from the management of the instrument (survey). The results demonstrated the effectiveness of the staging of these stages in the application of the survey through the relationship established between the researcher and community leaders, ancestral



healers, farmers, housewives, people of different ages, other members of the community with interest in the subject. In addition to facilitating accessibility for the location and identification of medicinal species and other uses.

Keywords: communities, survey, participatory ethnobotany, methodological guide, medicinal plants

Introducción

En los bosques tropicales existen importantes recursos genéticos de flora y fauna que se encuentran amenazados como consecuencia de la creciente deforestación y la pérdida de recursos genéticos entre los que se encuentran los Productos Forestales no Maderables (PFNM); lo que motiva a crear conciencia de la necesidad de aumentar valor a los recursos forestales para poder competir con otros usos de la tierra.

La sociedad científica muestra una creciente preocupación por las plantas medicinales y la conservación de los recursos naturales, su expresión culminante se ha encontrado en la Declaración de Chiang Mai (1988), que sirve como punto de partida para ejecutar las acciones conjuntas en la preservación del ecosistema y su relación con el ambiente, citado por Rodríguez, (2014).

La investigación sobre el uso de plantas medicinales en la actualidad, desde una concepción ambiocentrista, se encuentra estrechamente relacionada con la Etnobotánica, que define las interrelaciones entre grupos humanos, biodiversidad, lineamientos de conservación de estas especies, además de estudios fitoquímicos (Rodríguez, 2014), nutrida de diversas disciplinas como: botánica, antropología, química, medicina, farmacología, toxicología, agronomía, ecología, evolución, sociología, lingüística, historia y arqueología, lo que permite un amplio rango de enfoques y aplicaciones. Gispert, Godoy y Lubowski (2008) menciona además la intervención del ambiente con su biomasa, su flora y los fenómenos culturales, ideológicos, políticos y económicos.

Giulietti (2005), señala que lo más importante de esta ciencia es la recuperación y estudio

del conocimiento que la humanidad en general ha tenido y tiene sobre las propiedades de las plantas y su utilización en todos los ámbitos de la vida. En este sentido los estudios etnobotánicos son imprescindibles por: la pérdida acelerada del conocimiento tradicional, la degradación de los bosques y de otros hábitats naturales, el valor de las plantas como base para la fabricación de complementos nutricionales y/o medicamentos, del cual, sólo se han evaluado las propiedades farmacológicas en menos del 10% de las angiospermas, la insuficiente información sobre la abundancia y distribución de las plantas útiles en los trópicos y la escasa información sobre el impacto que ocasiona la extracción de las plantas útiles en sus poblaciones naturales.

En la investigación etnobotánica son esenciales las fuentes orales, los testimonios de las personas que comparten el saber etnobotánico colectivo se recopilan a través de registros audiovisuales, cuadernos y otros instrumentos, (Fajardo et al., 2008). A estas personas se les llama informantes y la metodología de obtención de datos son las entrevistas y encuestas, que pueden ser abierta o estructurada, individual o colectiva, etc.

Obregón (2012), refiere que el estudio etnobotánico en comunidades es el primer paso en la aplicación terapéutica de los productos de origen vegetal para la prevención y el tratamiento de las enfermedades y que esto se fundamenta en el conocimiento tradicional, botánico, químico e investigaciones clínicas de productos obtenidos de las plantas medicinales, coincidiendo con Cañigüeral (2000), quien plantea que la fitoterapia avizora un futuro prometedor debido al aumento de la demanda actual de la población mundial como tratamiento poco agresivo, además por su envejecimiento y un

consiguiente aumento de la incidencia de enfermedades.

Preservar el conocimiento tradicional y uso de plantas medicinales y la conservación de los recursos fitoquímicos de especies forestales con fines medicinales en ecosistemas amazónicos constituye una prioridad en la actualidad, lo cual representa para Ecuador una política implícita en el Plan Nacional de Desarrollo Toda una Vida (2017-2021), que plantea “impulsar la generación de bioconocimiento como alternativa a la producción primario-exportadora, así como el desarrollo de un sistema de bioseguridad que precautele las condiciones ambientales que pudieran afectar a las personas y otros seres vivos promoviendo el rescate, reconocimiento y protección del patrimonio cultural tangible e intangible, saberes ancestrales, cosmovisiones y dinámicas culturales.

Objetivo

Proponer una encuesta participativa que facilite la accesibilidad de información sobre los conocimientos ancestrales relacionado con el estudio etnobotánico de especies medicinales y otros usos

Materiales y métodos

Selección del área de investigación

Se realizará una descripción del área de investigación en cuanto la ubicación de la comunidad o zona, datos generales de la misma en límites geográficos, así como la superficie del área núcleo, zona de amortiguamiento, relieve y condiciones climáticas. Se ejecutarán recorridos por la zona de estudio para conocer el territorio, las condiciones ecológicas, sociales y económicas; así como la selección de los asentamientos poblacionales, comunidades y zonas de interés para la aplicación de la encuesta, según Rodríguez, (2014).

El estudio de caso se realizó en cuatro comu-

nidades de la provincia Pastaza: dos (1 y 4), comunidad San Jacinto y El Placer en la Parroquia Tarqui y las otras en la Parroquia Canelo, comunidades Canelo y Bobonaza.

Confiabilidad de la encuesta

Consta de tres etapas: aplicación, generalización y validación. Las dos primeras se ejecutan en diferentes fases.

La aplicación de la encuesta se realizará a partir de la obtención de la información sobre la base del Modelo Teórico de la Comunicación para el Desarrollo. Se tendrán en cuenta varias visitas a las comunidades con el objetivo de establecer relaciones afectivas entre los principales líderes de la comunidad, pobladores, científicos y personal de apoyo en la investigación para proporcionar que la obtención de la información sea lo más veraz posible a través de un clima de confianza y seguridad por parte de las etnias. Las encuestas se efectuarán en tres fases, para determinar el conocimiento de número de plantas y usos, según Rodríguez (2014):

En la primera fase se selecciona la comunidad y se aplica la parte I de la encuesta al menos entre 20 a 35 personas para determinar su confiabilidad, recopilando la siguiente información: nombre, género, edad, tiempo de residencia de la persona en la región, grado de escolaridad y especies utilizadas.

En la segunda fase se aplica la encuesta a las mismas personas para determinar cantidad de especies y nivel de coincidencia de las mismas en cuanto al conocimiento con relación a la primera fase.

La tercera fase determina la confiabilidad de la primera parte de la encuesta para conocer nivel de coincidencia con relación al número de plantas y usos a través del método “split-halves” conocido como “Mitades partidas” (Hernández, 2004), realizando dos visitas a la misma persona y aplicando la encuesta en esos momentos, (figura 1).

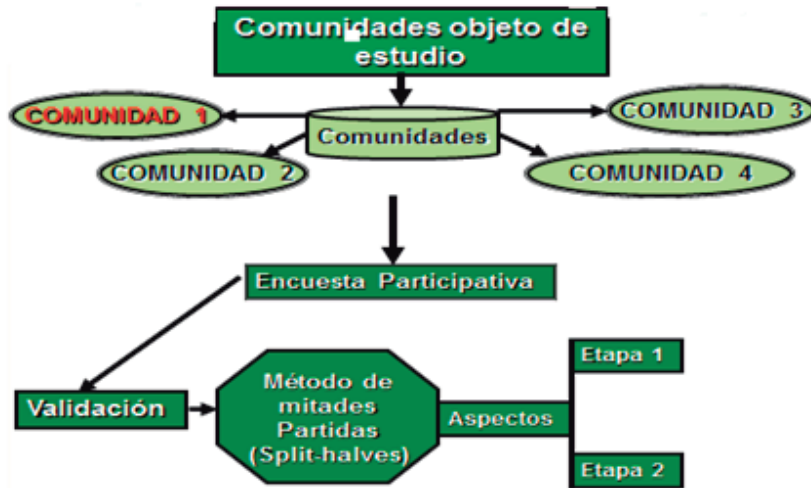


Figura 1. Formato para comprobar la confiabilidad de la encuesta en las comunidades amazónicas.

La etapa de generalización consiste en aplicar toda la encuesta en dos momentos (anexo 1), además de una entrevista estructurada (fase III), que propone la técnica Interlocutor - Medio - Interlocutor y considera la construcción de mensajes e información a través del diálogo que permite consultar al interlocutor especializado los contenidos de carácter científico y con el interlocutor destinatario los códigos y formas verbales, así como los contenidos, el orden y el nivel, además del momento más oportuno para compartir el mensaje. Se podrán realizar entre 13 a 15 visitas al área por un período de cinco días semanales. Durante las visitas a las comunidades se obtendrá información teniendo en cuenta: experiencia, cultura relativa al objeto de estudio y prácticas tradicionales, por lo que debe ser masiva y valorativa sobre uso y empleo de las especies forestales de interés medicinal así como datos etnobotánicos, demográficos, ecológicos y de las formaciones vegetales, mediante el uso de entrevistas abiertas y encuestas.

En la etapa de validación que se realiza en dos momentos (aplicación y generalización), se propone utilizar el paquete estadístico SPSS versión 16.0. Para la tabulación y

generalización de los datos obtenidos de la encuesta se recomienda el método de alfa de Cronbach para la fiabilidad, para la comparación de los diferentes elementos del estudio etnobotánico la prueba de λ^2 para un nivel de significación de 5% y la correlación de Spearman para establecer las posibles relaciones entre las variables del conocimiento. (Sampieri, Fernández y Baptista, 2010).

Resultados y discusión etapa 1: aplicación de encuesta

Acciones para la elaboración y aplicación de la encuesta etnobotánica para recopilación sobre los usos de plantas medicinales.

Al inicio del trabajo el investigador debe utilizar un instrumento (encuesta) con tal magnitud que su diseño permita obtener, a partir de las características particulares de la zona de estudio, la mayor y más precisa información sobre la base de un Modelo Teórico de la Comunicación para el Desarrollo, el cual propone la interrelación entre el Interlocutor- Medio- Interlocutor (I-M-I). Reafirmando lo planteado por Tintaya (2003), citado por Aguirre y Pérez (2012), la interculturalidad es, precisamente, un movi-

miento de localización, de diálogo y relación, que permite fortalecer lo local, basándose en la integración de experiencias generadas en los encuentros culturales, las tradiciones y usos medicinal de las plantas con diferentes fines:

1. Auxiliarse de los diseños de encuestas internacionalmente establecidos (Verde, et.al., 2012), y adecuar las mismas a los objetivos específicos que se persiguen en la investigación.

2. Elaboración de la encuesta considerando el conocimiento de los miembros de las comunidades sobre el objetivo que persigue el investigador, puede incluir aspectos generales y específicos lo que garantiza que los datos sean lo más abarcadores de las plantas de interés medicinal.

Momentos de aplicación del instrumento (encuesta) en estudios etnobotánicos para especies medicinales y otros fines.

La encuesta en la etapa de aplicación se realiza en tres momentos:

1- Se lleva a cabo con un mínimo entre 20 a 35 personas en dependencia del tamaño de la zona objeto de estudio, seleccionando a aquellas de mayor conocimiento en relación al uso de las plantas, teniendo en cuenta el número de especies que conocen y sus usos.

La selección de las personas, recopila la siguiente información: nombre, género, edad, tiempo de residencia de la persona en la región, grado de escolaridad y especies utilizadas con fines medicinales u otros. Se entrevista a personas que sean líderes de las comunidades para adecuar la información a la realidad social.

2.- La encuesta ya aplicada a las personas elegidas anteriormente incluye determinar: cantidad de especies y nivel de coincidencia

de las mismas en cuanto al conocimiento (anexo 1).

3.- se validan las encuestas utilizando métodos estadísticos a partir de la confiabilidad del instrumento en las comunidades seleccionadas o zonas afines

Etapa 2: generalización de encuesta (direccionado a los resultados que se desean obtener)

Primer momento. La encuesta a emplear debe ser clara, donde se utilicen códigos y el lenguaje de los participantes, se traduzcan los contenidos y las explicaciones académicas para que sean comprensibles al interlocutor.

La encuesta debe tener un carácter práctico y abarcador, el interlocutor debe ser la familia y se sugiere un carácter participativo. En la aplicación de la encuesta se debe tener en cuenta el fondo habitacional de las comunidades, al menos una persona por núcleo familiar o bien una muestra entre un 10 al 20% de la población total, según Rodríguez (2014).

Para ejemplificar esta etapa de generalización de la encuesta se presenta un estudio de caso donde se trabajó en cuatro comunidades con las dos variantes posibles: teniendo en cuenta el fondo habitacional (comunidades Bobonaza y Canelo, Parroquia Canelo, provincia Pastaza, Ecuador) o la cantidad de habitantes total (al menos el 20% de la población), en la comunidad San Jacinto y El Placer, Parroquia Tarqui de la propia provincia y país)

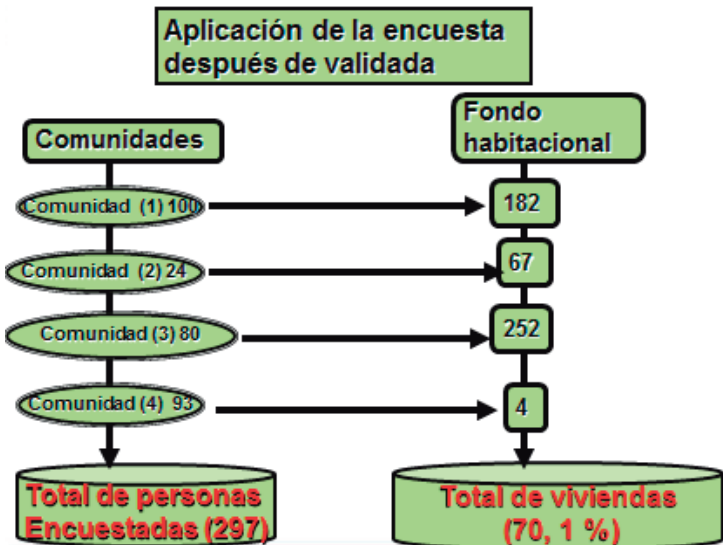


Figura 2. Generalización de la encuesta para estudios etnobotánicos

Los resultados que aparecen en la figura 2 arrojaron que, teniendo en cuenta el fondo habitacional para cuatros comunidades amazónicas en la provincia de Pastaza, Ecuador, se tuvo en cuenta el 70,1% de las viviendas, al menos una persona por núcleo familiar. En cuanto al número de habitantes estuvo en el rango entre 10-15 % del total de la población para cada comunidad.

Segundo momento

Una vez diseñada y validada la encuesta se discute con el personal del grupo que apoya el trabajo de las comunidades (facilitadores) y se entrenan junto al investigador principal en la generalización de la encuesta a un tamaño de muestra “n” que tendrá en cuenta al menos el 20% del fondo habitacional o del número de habitantes de la comunidad para:

1. Obtener la información de los miembros de la comunidad a partir de un tamaño de muestra predeterminado.
2. Aplicar la encuesta auxiliándose de personal capacitado ajustado al método Interlocutor Medio Interlocutor (I-M-I).

3. Completar información sobre ecosistemas forestales, además de especies que se encuentren cultivadas en pequeños espacios o silvestres (ruderales) y que sean de interés por parte del investigador, (parte II, encuesta), (anexo 1).

4. Entrevistar y obtener información de personas que conocen el área de estudio (personas de las comunidades, amas de casas, campesinos, pobladores, guardaparques, guardabosques, ingenieros forestales, agrónomos, trabajadores del sector forestal y/o agrícola), para ubicar e identificar las especies referidas con interés medicinal por los pobladores de las comunidades, (parte III, encuesta), (anexo 1).

Teniendo en cuenta que las comunidades ecuatorianas amazónicas están compuestas por personas de bajos recursos económicos y geográficamente muy aisladas en muchas ocasiones, la base fundamental para que el tratamiento de enfermedades a partir del uso de plantas medicinales y otros fines se enriquece con la facilidad de intercambio de estos diferentes conocimientos a través de rituales, intercambios étnicos entre comuni-

dades, etnias y familias, coincidiendo con lo planteado por Tintaya y Soria, (2010), referente a que el sujeto intercultural se rige y desarrolla en una realidad históricamente específica y socialmente estructurada, se realiza en un mundo donde las sociedades están cada vez más interconectadas mediante contactos culturales y procesos interculturales y el ambiente.

Se realizan entrevistas estructuradas a personas reconocidas como usuarios directos (guardabosques, médicos, chamanes y otros), para determinar las especies que se utilizan con mayor frecuencia de uso, lugar donde las obtienen, parte o partes de las plantas que se usan, asociaciones de plantas para la preparación de infusiones o decocciones, otros usos, forma de preparación, dosis y vías de administración. Además, se consideran las principales especies medicinales utilizadas para diferentes dolencias u otros fines, (partes III, IV y V de la encuesta), (anexo 1).

Al concluir estas dos primeras fases de generalización se seleccionan las especies más utilizadas y de uso prioritario, según los criterios cuantitativos (valor de uso promedio y frecuencia de mención de las especies reportadas) y cualitativos (conocimiento local y potencial de uso), identificando las personas que aceptan analizar y debatir sobre el uso de las plantas medicinales, forestales y ruderales con otros usos, apoyando al investigador en la selección de especies en la zona. A las personas que reportan información relevante se les realizan otras visitas para profundizar sobre el uso de determinadas especies, la historia local, los mitos, leyendas y relatos de interés.

ETAPA 3: VALIDACIÓN DE DATOS

Para validar los datos de la encuesta utilizando métodos estadísticos no paramétricos.

- Se aplicará al menos a una persona por núcleo familiar la misma metodología de validación en la primera y segunda fase, teniendo en cuenta el fondo habitacional de la comunidad o como mínimo al 20 % de la población, dado que las comunidades están compuestas por diferentes etnias y dirigidas por un líder, por ello lo sugerido por Cáliz (2010), que en un estudio de comunidades en Honduras obtuvo, en su mayoría, los líderes comunitarios brindan una mayor información pero las propuestas metodológicas solo enuncian globalmente las acciones a efectuar, ya en el proceso de campo es necesario establecer al detalle las actividades principales del proceso según las condiciones económicas, sociales y ambientales.

- Identificar y reconocer las especies a través de la comparación con especies descritas en los herbarios y especialistas en taxonomía, auxiliándose de muestras vivas, fotos o comparaciones de plantas coleccionadas para su identificación con herbarios de la zona amazónica o a nivel de país. Posteriormente se procederá a la creación de la base de datos a través de la sistematización de las encuestas, clasificación taxonómica de las especies, descripción de aspectos morfológicos y distribución de las plantas dentro y fuera del país (figura 3).

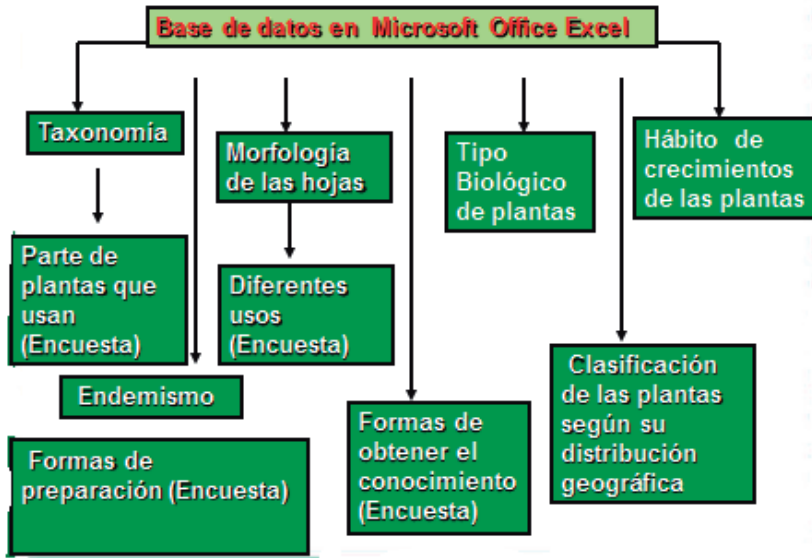


Figura 3. Aspectos a tener en cuenta para la construcción de la base de datos en el estudio etnobotánico.

Las fichas tienen dos formatos principales: las de conocimientos tradicionales sobre flora medicinal de interés forestal y fauna, además las relacionadas con gestión de los ecosistemas. Cada ficha, elaborada por uno o varios expertos, resume, analiza y valora los conocimientos tradicionales asociados al elemento en cuestión y tienen vocación divulgativa y técnica, recomendación según criterio de Pardo et al., (2014).

Las etapas se formalizan a partir de la relación que se establece entre el investigador y el grupo de personas capacitadas para aplicar la encuesta, la participación de las comunidades indígenas, agricultores, amas de casas estudiantes y otros miembros encuestados, lo que permite la creación de bases de datos y software interactivo para uso científico y educativo con fines etnobotánicos y de conservación de las especies medicinales, destacando la información valiosa obtenida por grupos de personas en la zona objeto de estudio, además de trazar estrategias para el manejo sostenible de estos importantes recursos naturales del bosque y zonas ruderales de gran importancia para la medicina natural y tradicional (Rodríguez 2014).

Conclusiones

-Se propone una encuesta estructurada en etapas para la obtención de información sobre el conocimiento ancestral en comunidades amazónicas y zonas afines en el estudio etnobotánico de especies medicinales y otros usos.

-Se facilita un instrumento sobre la base del Modelo Teórico de la Comunicación para el Desarrollo que contribuye a obtener datos cuantitativos y cualitativos del conocimiento ancestral de las comunidades al resultar efectivo su empleo en tres momentos: aplicación, validación y generalización.

Literatura Citada

1. Aguirre A. y Pérez, J. (2012). "Enfoques teóricos para una comunicación orientada al desarrollo y retos actuales para una comunicación y desarrollo desde la diversidad". Punto Cero, Año 17 N° 24 -1° Semestre 2012. pp. 58-66. Universidad Católica Boliviana "San Pablo. Cochabamba.
2. Cáliz, J. (2010). Guía Metodológica:

- Construcción de Indicadores Socioeconómicos de Línea Base a nivel Comunitario y de Municipio, con Participación Social Proyecto de Fortalecimiento de Capacidades Locales en la Región de Occidente (FOCAL), Honduras. 66 p.
3. Cañigüeral, S. (2000). La fitoterapia en Europa. El mercado de los productos de fitoterapia. FITO 2000. 24 p.
4. Fajardo J., Verde, A., Rivera, D., Obón C. y Valdés, A. (2008). Investigación y divulgación del conocimiento etnobiológico en Castilla La Mancha. p 137-156
5. Gispert, C., Godoy, R. y Lubowski, A. (2008). La Etnobotánica y su vinculación intrínseca con los grupos étnicos integrado a su medio natural. Facultad de Ciencias, UNAM. Depto. Ecología y Recursos Naturales, área de Etnobotánica. Circuito exterior Ciudad Universitaria Coyoacan C.P. 04510. México, D.F.
6. Giulietti. (2005). Informativo Rural, Estación Experimental Agropecuaria San Luis (EEA). Centro Regional Cuyo. Año 2 No. 4:8.
7. Hernández, R. (2004). Metodología de la investigación II. La Habana. Editorial Félix Varela. 475 p.
8. Obregón, L. (2012). Red Médica Iberoamericana de fitoterapia. FITO 2006 - 2012, p. 46-47.
9. Pardo, S., Morales, M., Aceituno R. y Molina, M. (2014). Inventario Español de los conocimientos tradicionales relativos a la biodiversidad. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid. 411 p.
10. Plan Nacional de Desarrollo (denominado “Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021.Toda una Vida”). República del Ecuador. Objetivo 2: Política para afirmar la interculturalidad y plurinacionalidad, revalorizando las identidades diversas. 60 p.
11. Rodríguez, Y. (2014). Uso medicinal y diversidad de especies forestales en el Parque Nacional Viñales. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río “Hermanos Saíz Montes de Oca”, 100 p.
12. Rosete, S. (2006). Recursos vegetales en la Reserva de la Biosfera “Península de Guanahacabibes”, Pinar del Río, Cuba. Universidad de Alicante. España. 386 h. Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Forestales). Programa de Doctorado Desarrollo Sostenible Conservativo de los Bosques Tropicales: Manejo Forestal y Turístico. Universidad de Pinar del Río.
13. Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. Cuarta edición. ISBN 970-10-5753-8. Méjico.
14. Tintaya, P. (2003). Utopías e interculturalidad. Motivación en niños Aymaras. IEB. Instituto de Estudios Bolivianos. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. La Paz, Bolivia. 2003. 304 p.
15. Tintaya, P. y Soria, V. (2010). Psicología cultural. Universidad Mayor de San Andrés. Carrera de Psicología. Horizontes de la Psicología 4. La Paz, Bolivia. 184 p.
16. Verde, A., Fajardo, J., Valdés, A., Roldán, R. y García, J. (2012). Etnobotánica y Biodiversidad. Metodología de trabajo para la recuperación del Conocimiento Tradicional de los recursos Naturales. X Congreso de Sociedad Española de Agricultura Ecológica. 27 p.

INSTRUCCIONES PARA AUTORES

Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología es una revista científica publicada semestralmente, abierta a investigadores, docentes y profesionales ecuatorianos y extranjeros.

Todos los artículos, sin excepción, son sometidos a arbitraje. Las contribuciones deben ser originales e inéditas y que no hayan sido enviadas a otras revistas para su publicación.

Envío de Manuscritos

El (los) autor(es) deberá(n) enviar al editor tres copias del manuscrito, mecanografiado en papel tamaño A4. A doble espacio, con líneas numeradas en el margen izquierdo y, de ser posible, utilizando el tipo de letra Times New Roman 12. Asimismo, deberá(n) enviar la información en un disco compacto, especificando la versión del procesador de texto utilizado. Todas las páginas, incluyendo la bibliografía (Literatura Citada), cuadros (Tablas), figuras y leyendas, deben estar numeradas en forma consecutiva y deben incluir, en el extremo superior derecho, el apellido del primer autor. Cuando se sometan a consideración artículos complementarios o seriados, todos deben ser enviados al Editor al mismo tiempo.

Todos los manuscritos deben estar acompañados por una carta del autor responsable de la publicación indicando el título (máximo 120 caracteres, incluyendo los espacios), el título abreviado (máximo 45 caracteres, incluyendo los

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Amazon Journal: Science and Technology is a scientific journal published biannually, open to researchers, teachers, and Ecuadorian and foreign professionals.

All articles, without any exception, are subject to arbitration. The contributions must be original and unpublished, and can have not been previously submitted to other journals for publication.

Submitting an article

The author(s) should send three copies of the article to the editor. The copies must be typed on A4 paper, double-spaced, and with pages numbered in the left margin. If possible, Times New Roman font, size 12 should be used. The author(s) must also send the information on a compact disk, specifying the version of the processor used to create it. All pages, including cited literature (bibliography), tables, figures and legends should be numbered consecutively and should include, in the upper right corner, the primary author. When complementary information or a subsequent serial article is to be considered, it must be sent to the Editor at the same time as the article.

All manuscripts should be accompanied by a letter from the author responsible for the publication including the title (with a maximum of 120 characters – spaces included) on, the abbreviated title (with a maximum of 45 characters – spaces included), names of the authors, institu-

espacios), los nombres de los autores, las instituciones a la que pertenecen y su dirección postal. Además, el autor responsable debe incluir su número de teléfono, fax y correo electrónico. Asimismo, debe incluir el formato anexo sobre la sección de los derechos autorales del artículo publicado y que dichos artículos pueden publicarse en formato físico y electrónico, inclusive internet. El editor notificará al autor responsable de la publicación y recepción del manuscrito y el número que se le ha asignado.

Todos los manuscritos que se sometan para ser considerados para la publicación en la revista deben seguir el formato y estilo aquí señalado, de lo contrario, tanto el proceso de revisión como el de publicación se verá retardado innecesariamente. Los autores deben utilizar frases breves y precisas con los verbos en la forma activa y tratar de evitar el uso de la primera persona, a menos que sea absolutamente necesario. Todos los resultados deben expresar utilizando las unidades de medida del sistema métrico decimal. No se aceptan manuscritos cuando se haya utilizado la prueba de Duncan para la comparación de medias.

Tipos de publicaciones en la Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología

Todos los artículos que se publiquen en la Revista Amazónica – Ciencia y Tecnología deberán cumplir con los requisitos de una de las siguientes tres categorías: Artículos Científicos, Artículos de Revisión o Nota Técnica, además, la revista incluirá una Sección de Cartas al Editor.

tions they belong to, and their addresses. In addition, the corresponding author must include his telephone number, fax, and email address. The author(s) must also include the attached form on the section of the copyrights of the published article and those articles can be published in physical and electronic form, including internet. The editor will notify the article's author of reception of the manuscript and its assigned number.

All manuscripts submitted for intended publication in the journal must adhere to the format and style here indicated so as to prevent unnecessary delay in the review and publication process. Unless absolutely necessary, authors should be brief and precise - using the active voice and avoiding use of the first person.

All results are to be expressed using the metric system. Manuscripts using the Duncan test for comparison will not be accepted.

Types of Publications in the Amazon Magazine - Science and Technology

All articles published in the Amazon Magazine - Science and Technology shall meet the requirements of one of the following three categories: Scientific Articles, Review Articles, or Technical Notes. In addition, the magazine will include a section of Letters to the Editor.

Scientific articles. These arise from original research and have not been previously published – in whole or in part – in another journal. Presentation of the information at scientific meetings, technical seminars, or in the press does not

Artículos científicos: Estos surgen de investigaciones originales y que no hayan sido previamente publicados, en forma parcial o total, en otra revista científica. La presentación de la información en reuniones científicas, seminarios técnicos o en la prensa, no impide que sean sometidos para publicación en la revista, excepto cuando el artículo completo aparezca en las memorias de las reuniones. Los artículos científicos estarán limitados a una extensión de 20 (veinte) páginas a doble espacio, incluyendo cuadros y figuras.

Artículos de revisión: Se entiende como artículo de revisión el trabajo cuyo fin primordial es resumir, analizar y discutir información publicada relacionada con un solo tema. Los manuscritos que se sometan para ser considerados para publicación estarán sujetos a las mismas normas y políticas de revisión que para los artículos científicos; en esta categoría se publicará un máximo de dos contribuciones por cada número, que estará en función del orden de recepción y aceptación. El límite de publicación por autor(es) será de una por año. Los artículos de revisión no estarán limitados en cuanto a su extensión, pero se sugiere que no excedan de treinta páginas a doble espacio, incluyendo cuadros y figuras.

Notas técnicas: Es un trabajo que presenta observaciones y descripciones científicas breves, en la cual se detallan métodos y resultados experimentales; sin embargo, su introducción y discusión son presentadas en forma sucinta y con objeto de ubicar el estudio dentro del contexto científico. Las notas

preclude that they be submitted for publication in the journal, except where the full article appears in such proceedings or meetings. Scientific papers will be limited to a length of 20 (twenty) double-spaced pages, including tables (charts) and figures.

Review articles. As a review article, the primary purpose is to summarize, analyze, and discuss published information related to a single topic. Manuscripts submitted for consideration for publication are subject to the same rules and review policies as scientific articles. In this category, a maximum of two articles for each number, which will depend on the order of receipt and acceptance, will be published. Each author will be limited to one publication per year. Review articles will not be limited in length, but it is suggested that each not exceed thirty double-spaced pages, including tables and figures.

Technical Notes. This is a work that presents scientific observations and brief descriptions in which methods and experimental results are detailed. Nonetheless, its introduction and discussion are presented succinctly so as to set the study within the scientific context. Technical notes are a way to inform the scientific community about some new methods, technique or procedure that is considered of interest to readers of the Journal. Technical notes should not exceed 10 double-spaced pages, including tables and figures.

Manuscript Preparation

Scientific names should be written

técnicas constituyen la forma de informar a la comunidad científica acerca de algunos nuevos métodos, técnica o procedimiento que sea considerado de interés para los lectores de la Revista. Las notas técnicas no deben exceder 10 páginas a doble espacio, incluyendo cuadros y figuras.

Preparación del Manuscrito

Los nombres científicos deben escribirse siguiendo los códigos internacionales de nomenclatura. Ejemplo: *Cinchona officinalis* L., es el nombre científico de la quina. El nombre genérico (*Cinchona*) se escribe en cursiva con la primera letra en mayúscula, el nombre específico (*officinalis*) se escribe en minúscula y cursiva o itálica; el autor de la especie se escribe como indican las normas para los autores de especies (en el ejemplo L. es para Linnaeus). No se escribe el nombre del autor para el género.

Página de título: La primera página de cada manuscrito debe incluir el título, nombre de los autores (para el siguiente volumen, máximo seis), instituciones a las que pertenecen, dirección postal completa y correo electrónico (opcional). No se deben incluir rangos ni títulos académicos de los autores. En el título del manuscrito cada palabra va en minúscula excepto la primera palabra, nombres propios o nombres científicos. El título debe ser breve y descriptivo y no debe contener abreviaciones.

Subtítulos: Estos subtítulos (Introducción, Procedimiento Experimental [o Materiales y Métodos], Resultados, Discusión [o Resultados y Discusión] y

following international nomenclature convention. Example: *Cinchona officinalis* L., is the scientific name of the ‘quina’ plant. The name of the genus (*Cinchona*) is written in italics with the first letter capitalized, that of the species (*officinalis*) is written in lowercase italic. The author of the species is written as required by the rules for authors of species (in the example L. is for Linnaeus). The author's name for the genus is not written.

Title Page. The first page of each manuscript must include the title, the authors' names (for the next volume, maximum six), the institutions to which they belong, full mailing address, and email address (optional). Do not include academic titles or ranks of the authors. In the title of the manuscript each word will be in lowercase except the first letter of the first word, proper names, or scientific names. The title should be short and descriptive and should not contain abbreviations.

Subtitles. The subtitles (Introduction, Experimental Procedure [or Materials and Methods/Material and Methods], Results, Discussion [or Results and Discussion], and References) will be centered on the line, with the first letter of the major words capitalized.

Summary and Abstract. The abstract, limited to 250 words in a single paragraph, appears at the beginning of the manuscript. The summary shall be written in the same language of the manuscript and should indicate the objectives, general procedures, and pertinent results in a concisely and clearly. Previously

Literatura Citada) van ubicados al centro del renglón, con la primera letra de las palabras principales en mayúsculas.

Resumen y Abstract: El resumen, limitado a 250 palabras en un solo párrafo, aparecerá al inicio del manuscrito. El resumen estará escrito en el mismo idioma del manuscrito y deberá indicar los objetivos, procedimientos generales y resultados pertinentes en una forma concisa y clara. No se permite en el resumen citas bibliográficas ni abreviaciones que no sean identificadas previamente. Todos los artículos escritos en español o portugués deben incluir un resumen en inglés (abstract). Los artículos que se sometan en el idioma inglés, deben llevar un resumen en español o portugués.

NOTA: Tanto en el título como en el resumen/abstract los nombres científicos no incluyen los autores de la especie. El nombre del autor de la especie se escribe en el texto cuando aparece por primera vez.

Palabras clave(s): Al final del resumen se deben citar hasta seis palabras claves que describen la investigación.

Introducción: La Introducción sigue al Resumen, y Abstract y Palabras Claves y debe ser corta. Se utiliza para justificar la investigación y especificar los objetivos o las hipótesis que serán probadas. Para no alargar innecesariamente el manuscrito y enviar redundancias, se sugiere que tres o cuatro referencias son más que suficientes para apoyar cualquier concepto o idea.

unidentified citations or abbreviations are not permitted in the summary. All articles written in Spanish or Portuguese must include an English summary (abstract). Items submitted in English should have an abstract in Spanish or Portuguese.

NOTE: In both the title and the summary/abstract, scientific names shall not include the authors of the species. The name of the author of the species is written in the text when it first appears.

Keywords(s). Up to six key words describing the research should be located below the abstract.

Introduction. The Introduction follows the Summary, Abstract, and Keywords and should be short. It is used to justify and specify research objectives or hypotheses to be tested. So as not to unnecessarily lengthen the manuscript and create redundancies, it is suggested that three or four references are more than enough to support any concept or idea.

Experimental Procedure and Materials and Methods. You must include a clear description of all biological, chemical, and statistical procedures or otherwise indicate the original citation that contains them. Any modification of the original procedure must be clearly explained in detail. It should also indicate in detail the diets, animals (breed, sex, age, weight), weighing conditions (with or without restrictions of food and/or water), surgery, measurements taken, and the experimental design.

Procedimiento Experimental o Mate-

Common designs can easily be described

riales y Métodos: Es necesario incluir una descripción clara de todos los procedimientos biológicos, químicos y estadísticos utilizados o, de lo contrario, indicar la cita bibliográfica original que los contiene. Cualquier modificación de los procedimientos originales debe explicarse claramente y en detalle. También se debe indicar detalladamente las dietas, animales (raza, sexo, edad, peso), condiciones de pesajes (con o sin restricciones de alimento y/o agua), intervenciones quirúrgicas, mediciones tomadas y el diseño experimental.

Los diseños comunes se pueden describir fácilmente por su nombre y tamaño (por ejemplo, “un diseño de bloques”). Cuando se utilizan arreglos factoriales, una descripción adecuada podría ser: “proteína a 12 o 14% y lisina a 0.8 y 1.2% (base seca), en un arreglo factorial de tratamiento 2x3 bajo un diseño de bloques (cinco) completos aleatorizados, en este caso es importante e imprescindible que se indique cual fue el criterio de bloqueo”. Nótese que el arreglo factorial no es un diseño. El término diseño se refiera a la forma de distribuir las unidades experimentales en grupos o bloques (es decir, la forma en que se restringe la aleatorización).

Los términos significativos y altamente significativos están reservados para $p < .05$ y $p < .01$, respectivamente. Se pueden utilizar otros niveles de significancia si se califican debidamente, pero se deben omitir las palabras significativas y altamente significativas para no confundir a los lectores. Si se conoce el nivel exacto de probabilidad (alfa), es preferible incluirlo en vez de $p <$

by name and size (eg: “block design”). When factorial arrangements are used, an adequate description could be “12 or 14% protein and 0.8% and 1.2% lysine (dry base) in a 2x3 factorial treatment arrangement under a design of complete randomized blocks (five). Here it is important and essential to indicate which was the blocking criterion.” Note that the factorial arrangement is not a design. The term design concerns how to distribute the experimental units in groups or blocks (the way in which randomization is restricted).

Significant and highly significant terms are reserved for $p < .05$ and $p < .01$, respectively. You can use other significance levels if properly qualified, but must omit the words significant and highly significant so as not to confuse readers. If the exact probability level (alpha) is known, it is preferable to include it instead of $p < .05$ or $p < .01$ so as to allow the reader to decide what to accept and what to reject. We recommend using a single level of significance $p < .05$ or $p < .01$, and not both at the same time.

Results. The results can be presented alone or combined with the discussion. In the text, you can explain or deepen them, avoiding unnecessary repetition of the numerical data presented in the tables. Include a sufficient amount of information so that the reader can interpret the results of the experiment.

Discussion. The discussion can occur combined with the results. It must interpret the results in a clear and concise manner in basic terms or biological

.05 o $p < .01$ permitir al lector la decisión de qué aceptar y qué rechazar. Se recomienda utilizar un solo nivel de significancia $p < .05$ o $p < .01$ y no ambos al mismo tiempo.

Resultados: Los resultados se pueden presentar solos o combinados con la discusión. En el texto, se pueden explicar o ahondar en ellos, evitando repetir innecesariamente los datos numéricos que aparecen en los cuadros. Se debe incluir una cantidad de información suficiente para que el lector pueda interpretar los resultados del experimento.

Discusión: La discusión, puede presentarse combinada con los resultados, debe interpretar los resultados en una forma concisa y clara en términos de base o mecanismos biológicos, integrando la información publicada en la literatura la cual debe ser el 60% de artículos de revistas científicas indexadas. Esto permite que el lector interprete los resultados del experimento y tenga amplias bases para aceptar o rechazar las hipótesis que se plantearon. Al término de la discusión se deben incluir, en un pequeño párrafo, las principales conclusiones emanadas de la investigación y, si el caso lo amerita, algunas recomendaciones o implicaciones prácticas.

Conclusiones: Se debe indicar de manera definitiva, resumida y exacta las aportaciones concretas al conocimiento, respaldadas por los resultados demostrables y comprobables del trabajo investigativo. Ninguna conclusión debe argumentarse ni basarse en suposiciones.

mechanisms. It should integrate information published in literature - 60% of which must be articles from scientific journals linked to universities. This allows the reader to interpret the results of the experiment and have broad bases to accept or reject the hypotheses raised. The main conclusions of the investigation should be contained in a short paragraph at the end of the discussion. If necessary, some recommendations or practical implications can also be included.

Conclusions. You must definitively summarize specific contributions to knowledge, backed by demonstrable and verifiable results of research. Conclusions should be neither argued nor based on assumptions. Conclusions should not be numbered. Abbreviations should be avoided so that the reader does not need to rely on other parts of the text to understand them. The information in the Summary should be presented in a logical manner.

Appendices. The inclusion of appendices is allowed where the author wishes to provide the reader with a numerical example to clarify the method or analytical method used, when the method is new or uncommon.

Citations in the text. The published literature to which reference is made in the text can be included in two ways: 1) "Stobbs (1975) and Avellaneda - Cevallos et al. (2003) have pointed out that the weight gain of animals grazing in herds is greatest during the dry season ... " 2) ... the weight gain of animals grazing in herds is greater, particularly during times of drought (Stobbs , 1975 . ; Avellaneda

No se deben numerar las conclusiones ni emplear abreviaturas sino términos completos, de manera que el lector no necesite recurrir a otras partes del texto para entenderlas. Debe haber lógica con la información presentada en el Resumen.

Apéndices: Se permitirá la inclusión de apéndices cuando se desee presentar al lector ejemplo numérico que clarifique el procedimiento o método analítico utilizado, siempre que sea nuevo o poco común.

Citas bibliográficas en el texto: La literatura publicada a la que se haga referencia en el texto puede incluirse en dos formas: 1) “Stobbs (1975) y Avellaneda – Cevallos et al. (2003) han señalado que la ganancia de peso de animales pastoreando en asociaciones es mayor durante la época seca...” 2)... la ganancia de peso de animales pastoreando en asociaciones es mayor, particularmente durante la época de sequía (Stobbs, 1975; Avellaneda – Cevallos et al., 2003).

Cuando se incluyen dos o más citas dentro de una misma frase, las citas se arreglan en orden cronológico. Citas que tengan el mismo año de publicación se arreglan en orden alfabético. Cuando la cita tienen sólo uno o dos autores, se incluye el (los) apellidos y el año de publicaciones. Si los autores del trabajo citado son tres o más, se incluye sólo el apellido del primer autor seguido de et al. y la fecha (por ejemplo, Avellaneda-Cevallos et al., 2003). Si el (los) mismo (s) autor (es) tiene (n) varias publicaciones con distintas fechas pueden citarse juntas en el texto

- Cevallos et al, 2003).

When two or more citations are included in the same sentence, citations are arranged in chronological order. Citations with the same publication year are arranged alphabetically. When the citation has only one or two authors, the last name(s) and the year of publication are included. If the authors of the paper cited are three or more, include only the surname of the first author followed by et al. and the date (eg: Avellaneda - Cevallos et al., 2003). If the same author(s) has/have several publications with different dates, they can be cited together in the text (Avellaneda - Cevallos et al., 2003, 2004). If two different citations are abbreviated in the same way in the text, a letter must be included after the date to distinguish them, both in the text and in the References. Unpublished literature is cited in the text only as follows: ... according to S. González (2005 , personal communication), ... (S. González, 2005 , personal communication).

References. It is recommended that the number of references that are included in the manuscript are minimized, selecting only those most relevant or most current , except in the case of techniques or procedures. Three references are more than sufficient to document a specific concept. 60% of the references must be from peer-reviewed scientific publications.

The references are listed in strict alphabetical order, starting with the last name of the first author, followed by the initial(s) of his/her name(s).

(Avellaneda-Cevallos et al., 2003, 2004). Si dos citas bibliográficas distintas se abrevian de la misma manera en el texto, se debe incluir después de la fecha, una letra que las distinga, tanto en el texto como en la Literatura Citada. La Literatura no publicada se cita solamente en el texto de la manera siguiente:... según S. González (2005, comunicación personal);... (S. González, 2005; comunicación personal).

Literatura Citada: Se recomienda minimizar el número de referencias que se incluyen en el manuscrito, seleccionando solo aquellas más pertinentes o de mayor actualidad, excepto cuando se trate de técnicas o procedimientos. Tres referencias son más que suficientes para documentar un concepto específico. El 60% de las referencias bibliográficas deben provenir de publicaciones científicas arbitradas

Las referencias bibliográficas se citan en estricto orden alfabético, iniciando con el apellido del primer autor seguido de la (s) inicial (es) de su(s) nombre (s).

Si todos los autores son idénticos en dos o más referencias, la fecha de publicación dictará su ordenamiento en la lista final. Si se da el caso de que existan dos o más artículos, de los mismos autores y publicados en el mismo año, en la lista de referencias se incluirán por orden alfabético de los títulos de los artículos, agregando una letra como sufijo (por ejemplo, 1991a).

En los títulos de los artículos científicos, sólo la primera palabra y los nombres propios van en mayúscula y se

If all authors are identical in two or more references, the date of issue of the publication will determine its order on the final list. If this is the case and there are two or more articles by the same authors and published in the same year, they should be alphabetized in order of the titles of the articles, adding a letter as a suffix (eg: 1991a).

In the titles of scientific articles, only the first word and proper nouns are capitalized, and the number of the first and last page is displayed. If the journal in which it is included numbers the pages in each issue instead of in an annual volume, include the issue number (or month of publication) in parentheses after the volume number.

When citing books, the first letter of the main words is capitalized and the number of pages is not included. When citing only one chapter or section of a book, include the numbers of the first and last pages.

When citing a summary (or abstract), one should always indicate that it is a summary. You cannot cite articles that have been submitted for publication but have not yet been accepted. Manuscripts that have been accepted for publication may be included in the reference list, indicating the publication that it will appear in, followed by the words "in press" in parentheses. Articles that have been published in journals not considered scientific or that lack an editorial board are not acceptable. Some examples are given below:

Unit of measure. You must use the International System of Units.

indica el número de la primera y última página. Si la revista científica en el cual está incluido numera las páginas dentro de cada ejemplar en vez del volumen anual, se debe incluir el número del ejemplar (o el mes de publicación) en paréntesis después del número del volumen. Cuando se citan libros, la primera letra de las principales palabras va en mayúsculas y no se incluye el número de páginas.

Cuando se cita sólo un capítulo o sección de un libro, se debe incluir el número de la primera y última página.

Al citar un resumen (o abstract), siempre se debe indicar que es un resumen. No se pueden citar artículos que hayan sido sometidos para publicación pero que aún no hayan sido aceptados. Manuscritos que hayan sido aceptados para publicación pueden incluirse en la lista de referencia, indicando la revista en la que aparecerá seguido de las palabras "en prensa" entre paréntesis. No se deben incluir como referencias artículos que hayan sido publicados en revistas que no se consideren científicas o que carezcan de Comité editorial. Algunos ejemplos se indican a continuación:

Unidad de medida: Se debe utilizar el Sistema Internacional de Unidades.

Cuadros (Tablas): El título de las Tabla (cuadro) debe ser conciso pero descriptivo de lo que contiene. A excepción de los nombres propios y de las abreviaturas y acrónimos (entre paréntesis) que normalmente se escriben con mayúsculas, sólo la primera letra de la tabla y del título van en mayúsculas.

Tables. Titles of tables should be concise but descriptive of what they contain. Except for proper names, abbreviations, and acronyms (in parentheses) that are normally capitalized, only the first letter of the table and the title should be capitalized.

Each column must be identified first letter of the header is capitalized.

In the body of the table, place the zero to the left of the decimal point. Where data was not obtained, place a script in its place. You can also put ND (not determined, not available) and a brief explanation at the foot of the table. If an explanation is to be made, it will be done at the bottom of the chart/table, referenced using numerical superscripts in the following order: 1) title, 2) column headings, 3) row headings, 4) body of the table

The superscripts *, **, and *** are self-explanatory and are used solely to indicate the levels of significance ($p < 0.05$, $p < 0.01$ and $p < 0.001$), respectively. Tables do not use vertical lines. A column indicating the standard error of the mean should be included in tables.

Figures. Figures should be prepared with thick lines. Text and captions should be written with indelible ink or some other means so that the original or a photograph of the original can be reproduced clearly.

Figures should be produced using clearly discernable symbols and lines. Symbols and abbreviations used in the figures should be explained in the same figure or in the legend. Upon acceptance of the manuscript the author must send the original figures to the editor.

Cada columna debe ser identificada y sólo la primera letra del encabezado va en mayúscula.

En el cuerpo de la tabla, se debe colocar el cero a la izquierda del punto decimal. Si algún dato no fue obtenido, debe colocarse un guión en su lugar. También se permite colocar ND (no determinado, no disponible) y una breve explicación al pie del cuadro. Si se hace alguna explicación que vaya al pie de la tabla, dicha(s) referencia(s) se harán mediante el uso de superíndices numéricos en el orden siguiente: 1) título, 2) encabezados de columnas, 3) encabezados de hileras y 4) cuerpo de la tabla (cuadro).

Los superíndices *, ** y *** no requieren explicación y se utilizan exclusivamente para indicar el nivel de significancia ($p < .05$, $p < .01$ y $p < .001$), respectivamente. Las tablas (cuadros) no llevan líneas verticales. Se recomienda incluir en las tablas (cuadros) una columna donde se indique el error estándar de las medias.

Figuras: Las figuras deben prepararse con líneas gruesas y el texto y leyendas deben ser escritos con alguna tinta indeleble o algún otro medio de tal manera que el original o la fotografía del original pueda ser reproducida claramente. Al preparar las figuras, se deben emplear símbolos y líneas que sean claramente discernibles. Los símbolos y las abreviaciones utilizadas en la figuras deben ser explicadas dentro de la misma figura o en su leyenda. Una vez aceptado el manuscrito el autor debe enviar el original de las figuras al editor.

AOAC. 1990. Official Methods of Analysis (15th ed.). Association of Official Analytical Chemist, Arlington, Virginia.

Burtil, B. L. 1963. Climatic accommodation and phytogeography of the Gesneriaceae of the Old World. Pp. 1-27 In P. Mathew & M. Sivadasan (Eds.). Diversity and Taxonomy of Tropical Flowering Plants. Mentor Books, Calicut, India.

Chase, A. Ined. Paspalum of South America. Manuscrito no publicado [annot. 1939]. Hitchcock and Chase Library, Botany Department. Smithsonian Institution. Washington, D.C.

Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some applications). Agric. Handbook 379. ARS, USDA, Washington, D.C.

Goes, M. B. 2007. Asclepiadoideae (Apocynaceae) no município de Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil. 191f. Master's Dissertation. Universidad Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)-Museu Nacional. Rio de Janeiro.

Herrera, R. S. 1983. La calidad de los pastos. pp. 59-180 En J. Ugarte, R. S. Herrera (Eds.). Los Pastos en Cuba. Tomo II. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística

- Geografía e Informática). 1986. Michoacán en Síntesis. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D.F.
- Klopfenstein, T. 1978. Chemical treatments of crop residues. *J. Anim. Sci.* 46: 841-848.
- Li., Z. Y. & C. F. Hsieh. 1996. New materials of the genus *Myriophyllum* L. (Haloragaceae) in Taiwan. *Taiwania* 41 (4): 322-328.
- NCR. 1988. Nutrient Requirements of Swine (9th Ed.). National Academy Press, Washington, D.C.
- Owen, E. 1978. Processing of Roughages. In W. Haresign, and D. Lewis (Eds.). *Recent Advances in Animal Nutrition*. Butterworths, London.
- Quiroga, E. J. y J. M. Fariás. 1983. Efecto del estado de madurez al corte sobre la cantidad de proteína lignificada de los forrajes. *Memorias ALPA* 20: 161 (Resumen).
- Riquelme, E., and G. Rojas. 1980. In vitro digestibility of sesame straw as affected by chemical treatment and protein levels and/or sources. *J. Anim. Sci.* 51(Supplement 1): 342 (Abstr.).
- Steel, R. G. D., and J. H. Torrie. 1980. *Principles and Procedures of Statistics: A Biometrical Approach* (2nd Ed.). McGraw Hill Book. New York.
- Tilley, J.M.A.; R.A. Terry. 1963. A two stage technique for in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.* 18: 104-111.
- Weber, A. 2004. Gesneriaceae. Pp. 63-158 In K. Kubitzki (Ed.). *The Families and Genera of Vascular Plants*. Vol. VII. Flowering

INSTRUCCIONES PARA ÁRBITROS

Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología es una revista científica publicada semestralmente, abierta a investigadores, docentes y profesionales ecuatorianos y extranjeros.

Todos los artículos, sin excepción, son sometidos a arbitraje. El arbitraje requiere de la evaluación crítica, objetiva e imparcial de la contribución, en cuanto a su validez y seguimiento de los principios generalmente aceptados de la metodología científica actual, y a su apego a las normas para los autores, así como a la originalidad del trabajo.

Criterios de que un árbitro debe evaluar

A continuación se listan los aspectos más importantes que los árbitros deben revisar para emitir su dictamen y observaciones.

Título

Confirmar que:

Describa apropiadamente el contenido fundamental de la contribución.

Palabras claves

Asegurarse de que:

Sean muestras del contenido de la contribución, y que contengan un máximo de 6 términos (simples o compuestos).

Sean útiles para identificar lo fundamental de una contribución.

Resumen

INSTRUCTIONS FOR ARBITOR

Amazon Journal: Science and Technology is a scientific journal published biannually. It is open to researchers, teachers, and both Ecuadorian and foreign professionals.

All articles, without exception, are subject to arbitration. Arbitration requires critical, objective, and impartial assessment of the article in terms of: its validity and adherence to the generally-accepted principles of current scientific methodology; its adherence to the rules for authors; and the originality of the work.

Criteria that an arbitrator must evaluate

The following are the most important aspects arbitrators should consider before issuing their opinions and observations.

Title.

Confirm that:

It appropriately describes the content of the article

Keyword(s).

Ensure that:

They represent the content of the article and contain a maximum of six terms (simple or compound).

They are useful in identifying the substance of the article.

Comparar que:

Tenga un máximo de 250 palabras, sin contar preposiciones ni artículos.

Se presente en un solo párrafo.

Incluya los elementos más importantes del trabajo: objetivos, métodos, resultados. Los resultados deben constituir por lo menos el 50% del resumen, destacando los más relevantes.

Sea claro y conciso, pues frecuentemente el Resumen es lo único que se lee al consultar y citar una publicación.

Incluya los nombres científicos de cada una de las especies mencionadas.

Se recomienda al árbitro revisar el Resumen cuando ya haya hecho lo propio con los capítulos Resultados y Discusión, y Conclusiones.

Introducción

Comprobar que:

Contenga los antecedentes y justificación específicos del tema, expuestos en forma clara y ordenada; apoyada con referencias bibliográficas apropiadas.

Los objetivos o las hipótesis estén claramente indicados.

El 60% de las referencias citadas deben provenir de publicaciones de revistas científicas arbitradas.

Las referencias apunten específicamente al tema, eliminando las que a su juicio sean superfluas o aparezcan simular un estudio falso.

Summary.

Check that:

It has a maximum of 250 words, excluding articles and prepositions.

It consists of a single paragraph.

It includes the most important elements of the work: objectives, methods, and results. The results should constitute at least 50% of the summary, highlighting those which are most relevant.

It is clear and concise because often the summary is all that is read to consult and cite a publication.

It includes the scientific names of each of the species mentioned.

It is recommended that the arbiter revisit the summary after he/she has read both the Results and Discussion and Conclusions chapters.

Introduction.

Check that:

It contains background information and justification of the topic, presented in a clear and orderly manner, supported with appropriate references.

The objectives or hypotheses are clearly stated.

60% of the references cited must come from published peer-reviewed journals.

References specifically target the topic, eliminating those that you judge superfluous or that appear to suggest a bogus study.

La bibliografía (citas o citas bibliográficas) no aparezca como una lista de fichas sin un objetivo definido, o que se use “citas múltiples” para apoyar un concepto, pues esto sólo sirve para aparentar una amplia revisión bibliográfica.

Como regla general, un máximo de tres citas debe bastar para soportar una aseveración.

No se empleen citas difíciles o imposibles de consultar, como notas de cursos, información mimeografiada e informes técnicos, ya que no son verificables ni accesibles para la mayoría de los lectores.

Materiales y Métodos

Cerciorarse de que:

Se describan en forma clara, breve, concisa y ordenada.

En cada experimento o grupo de experimentos se anoten claramente los tratamientos aplicados, el diseño experimental usado y las condiciones ambientales o generales de conducción, aparte de las variables evaluadas y los análisis estadísticos aplicados.

En la descripción de las variables se precise la forma en que se midió cada una, el instrumento usado (con marca, modelo, y empresa que lo fabrica) y sus unidades y símbolos conforme al Sistema Internacional de Unidades.

Las variables deben entenderse en forma completa, sin necesidad de leer el texto, con las excepciones inevitables.

Quotations or citations do not appear as a list of bullet-points without a clear objective, or as "multiple quotes" used to support a concept, as this only serves to make it appear as an extensive literature review. As a general rule, a maximum of three quotes should be sufficient to support a claim.

Sources which are difficult or impossible to verify, such as lecture notes, mimeographed information, and technical report documents must not be used because they are neither verifiable nor accessible to most readers.

Materials and methods.

Ensure that:

They are described in a clear, brief, concise, and orderly manner.

In each experiment or set of experiments, any treatments applied, the experimental design used, and the environmental or general conditions – apart from the variables assessed and statistical analyses applied – must be clearly described.

In the description of how the variables were measured, the author must include the instrument used (with make, model, and manufacturer), as well as symbols and units in accordance with the International System of Units. With the inevitable exceptions, the variables must be understood in full without reading the text.

Variables derived through transformations, combinations, or ratios of one or more variables measured directly are

Las variables generadas mediante transformaciones, combinaciones o relaciones de una o más medidas directamente, también estén descritas con su ecuación y referencia bibliográfica, de ser el caso.

Cuando se use abreviaturas para las variables, estas se definan en este capítulo (y no hasta el de Resultados), aunque sean de uso común en alguna disciplina científica.

Los materiales y métodos empleados sean concordantes con los objetivos o hipótesis planteados, la falta de correspondencia entre los métodos y los objetivos debe ser un motivo de rechazo.

La descripción minuciosa de una metodología solo se haga cuando sea una innovación. Dado el caso, debe describirse con la amplitud suficiente para que otro investigador la pueda repetir y reproducir.

No contenga descripciones de protocolos de dominio común.

No se presenten cuadros de análisis de varianza de diseños experimentales de uso común.

Resultados y Discusión

Asegurarse de que:

Se presenten en forma ordenada, clara y precisa.

La descripción de resultados no repita la información en tablas o figuras.

Contenga la discusión de los resultados, la cual consiste en ofrecer una interpretación adecuada, así como en compa-

also described with the equation and citation, if applicable.

When abbreviations for variables are used, they are defined in the section (and not in the results section), even if they are commonly used in other scientific disciplines.

The materials and methods used are consistent with the stated objectives or hypotheses. Mismatch between the methods and goals are cause for rejection.

Detailed description of a methodology is done where necessary. If so, it should be described with sufficient breadth so that another investigator can repeat and reproduce the experiment.

There are no descriptions of common procedures.

Variance analysis tables (charts) are not presented with a common design.

Results and discussion.

Ensure that:

They are presented in an orderly, clear, and precise manner.

The description of the results does not repeat information in the tables or figures.

The discussion of the results contains an adequate interpretation, and compares the most relevant results with those of other authors who have worked on a similar topic about the same or other species. Failure to do so is sufficient grounds for an article's rejection.

60% of the references cited must have been published in peer-reviewed journals

All data are readable. It is not uncommon to find letters or numbers too small,

rar los resultados más relevantes con los de otros autores que hayan trabajado un tema similar en la misma o en otras especies. No hacerlo, es razón suficiente para rechazar una contribución.

El 60% de las referencias citadas deben provenir de publicaciones de revistas científicas arbitradas.

Todos los datos sean legibles. No es raro encontrar letras o números demasiado pequeños, borrosos o confusos.

Tanto las tablas como las figuras sean comprensibles sin necesidad de leer el texto.

No se presenten cuadros y figuras sobrecargados de información. Hay excelentes textos que instruyen sobre la forma de presentar cuadros y figuras en un artículo científico.

Los resultados sean congruentes con los objetivos y métodos descritos.

Conclusiones

Este capítulo es obligatorio en toda contribución, pues en él se destaca las aportaciones al conocimiento producto de la investigación. En este capítulo debe verificarse que:

Se omitan especulaciones o deducciones no demostradas en el texto.

Las conclusiones no se presenten en forma numerada.

No contenga referencias bibliográficas.

Literatura Citada

Confirmar que:

fuzzy, or unclear.

Both tables and figures should be understandable without reading the text.

There are no tables or figures which are overloaded with information. There are excellent texts that teach about presenting tables and figures in a scientific article.

The results are consistent with the objectives and methods described.

Conclusions.

This section is mandatory in any article. The research's contributions to knowledge are highlighted here. In this section, it should be verified that:

Speculations or deductions not previously mentioned in the text are omitted.

The findings are not presented in a numbered format.

No bibliographical references are presented.

References.

Confirm that:

Each reference contains all the information required in the instructions for authors, in the order stipulated and with the correct punctuation. It is very

common that the page number of books consulted is missing, that the order of the initials of the authors' names are switched, or that the title of the book or the name of the editor in the case of book

Cada referencia contenga toda la información requerida en las instrucciones para autores, en el orden estipulado y con la puntuación correcta. Es muy común que falte el número de página de los libros consultados, que se altere el orden de las iniciales en los nombres de los autores, y que se omita el título del libro o el nombre del editor en el caso de capítulos de libros.

Las referencias aparezcan en orden alfabético y suborden cronológico.

Las citas estén referidas en el texto, y viceversa, y que los nombres y años coincidan todas las veces que se citan.

chapters is omitted.

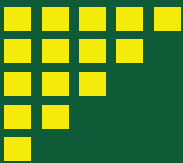
The references appear alphabetically and are sub ordered chronologically.

Citations are referenced in the text, and vice versa, and that names and years match each time they are cited.



www.uea.edu.ec

Volúmen 8, Número 1, pag 1 - 97 de la Revista Amazónica:
Ciencia y Tecnología de la Universidad Estatal Amazónica
Publicación: Ene. - Abr. 2019



ISSN 1390-5600 Impreso

ISSN 1390-8049 Electrónico

