



# Revista Amazónica

## Ciencia y Tecnología

Volumen

# 7

Nº 1



ISSN 1390-5600

Impreso

# 2018

ISSN 1390-8049

Electrónico

MIAR  
Manejo de Información  
para la Producción de Revistas

biblat  
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 ESTATAL 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

### DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Fausto Hernán Lliguilema Bonifaz

### REVISIÓN DE ESTILO

**Marcelo Luna Murillo**

Universidad Estatal Amazónica.

### 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

### REVISIÓN DE TRADUCCIÓN - Universidad Estatal Amazónica.

“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:

María Isabel Viamonte  
*Vaca macabea blanca*

### Correspondencia al Director o Artículos para consideración enviar a:

revamazcyt@uea.edu.ec  
<http://revistas.proeditio.com/revistamazonica>  
[www.uea.edu.ec](http://www.uea.edu.ec)

Dirección: Paso Lateral Km 2½

Vía a Napo

Puyo, Pastaza, Ecuador

ISSN 1390-5600

Impreso

ISSN 1390-8049

Electrónico

## CONTENIDO

- Caracterización genética e indicadores sanguíneos de la raza bovina criolla Macabea en la Amazonía ecuatoriana.** 1  
*María Isabel Viamonte Garcés, Alina Ramírez Sánchez, Julio César Vargas Burgos y Diocles Benítez Jiménez.*
- Análisis cinético de la biodegradabilidad anaerobia de la cachaza con pretratamiento termoalcalino en la producción de metano** Raquel Guerrero, Cecilia Mónaco, Marina Stocco, Jorgelina Rolleri y Norma Guerrero 12  
*Jorge Manuel Ríos Obregón, Regla María Bernal Gutiérrez, Lisbet López González, Janet Jiménez Hernández, Yelinnay García Pérez de Villamil*
- Evaluación del ciclo de vida del salivazo Mahanarva andigena sobre plántulas de caña de azúcar** 19  
*Segundo Valle Ramírez, Miguel Ángel Iparraguirre Cruz, Willan Caicedo Quinche, Luis Díaz, Hernán Uvidia Cabadiana y Karina Carrera Sanchez*
- Especialización productiva considerando elementos ambientales: Un análisis de caso para Loja-Ecuador.** 27  
*Kevin M. Jiménez, José V. Ordóñez Yaguache, Wilman-Santiago Ochoa-Moreno*
- Modelamiento de la distribución de *Hoplias malabaricus* en Ecuador continental; una contribución para su conservación.** 40  
*Gabriela Obando Moreno y Sheila Ayala Espinoza*
- Instrucciones para autores**  
**Instrucciones para árbitros**
-



Caracterización genética e indicadores sanguíneos de la raza bovina criolla Macabea en la Amazonía ecuatoriana.

Genetic characterization and blood indicators of the Creole bovine breed

María Isabel Viamonte Garcés\*, Alina Ramírez Sánchez, Julio César Vargas Burgos y Diocles Benítez Jiménez.

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad Estatal Amazónica. Km 2 ½ vía Tena (Paso Lateral) Pastaza 160101, Ecuador

\*Autor de correspondencia: ✉ [mviamonte@uea.edu.ec](mailto:mviamonte@uea.edu.ec) (M.I. Viamonte Garcés)

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue realizar estudios básicos sobre: las bases fenotípica y genotípica intrarracial del bovino Macabeo como recurso genético endémico en peligro de extinción en la amazonia ecuatoriana; estudios de bioquímica sanguínea y; la caracterización de los sistemas productivos donde estos hatos se han desarrollado. Los principales resultados mostraron biotipos de poblaciones con alta variabilidad fenotípica con respecto al color de la piel, pero con gran similitud en la distribución de la pigmentación de la franja lineal longitudinal en el cuerpo, en correspondencia con la coloración de cabeza y extremidades; con cuernos grandes y abiertos. El acercamiento genético fue con la raza ibérica el Hartón del Valle de Colombia, lo que indica que tienen un origen común o se han producido migraciones de individuos de estas razas; existe en el hato una elevada consanguinidad de  $(0.089 \pm 0.12)$ . Entre las principales alteraciones bioquímicas sanguíneas, sobresalen los porcentajes de subnormalidad de los niveles de proteína (65,24 g/l), urea (2,08 mmol/l) y glucosa (1,97 mmol/l), todo ello se relaciona con la nutrición proteica y energética. El ganado bovino Macabeo tiene alto potencial genético, por su adaptación al trópico, por lo que se recomienda considerarlos para perfeccionar en el país el programa de conservación y mejora de este genotipo.

**Palabras claves:** bovino; recurso genético; fenotipo; metabolitos

## Abstract

The objective of carrying out basic studies on: the phenotypic and intrarracial genotypic genetic bases of the Macabeo bovine as an endemic genetic resource in danger of extinction in the Ecuadorian Amazon; blood biochemistry studies; as well as the characterization of the productive. The main results of the classic studies are shown with high phenotypic variability by skin color, but with great similarity in the pigmentation distribution of the longitudinal line in the body, in line with the coloration of the head and extremities, as well as large and open horns; the genetic approach was with the Iberian race the Hartón del Valle de Colombia, which indicates that they have a common origin or there have been migrations of individuals of these races; there is a high consanguinity of  $(0.089 \pm 0.12)$  in the herd. Among the main blood biochemistry alterations, subnormality percentages of protein levels (65.24 g / l), urea (2.08 mmol / l) and glucose (1.97 mmol / l) stand out, all related to with protein and energy nutrition. Macabeo cattle have high genetic potential due to their adaptation to the tropics, so it is recommended to consider improving in the country the program of conservation and improvement of this genotype.

**Keywords:** bovine; genetic resource; phenotype; metabolites



## Introducción

En la región amazónica la población de razas bovinas criolla se desconoce su origen, se remonta a la época de la colonia como un producto de los animales traídos por los españoles en el tercer viaje de Colón a las Américas en 1524 (Pizón, 1984). Cada día se encuentra en peligro de extinción por la introducción de razas exóticas especializadas importadas desde países desarrollados. De ahí que se hace necesario realizar censos, distribución geográfica y estudio del grado de pureza, que dichas poblaciones poseen (Primo, 2005). Sin embargo, una de las limitantes más importantes que los criollos han tenido, es su reducido tamaño de poblaciones, el mismo en ocasiones los hace vulnerables, llevándolos casi hasta su desaparición, como ha ocurrido en algunos países del continente. Aunado a esto, está el hecho de que el tamaño efectivo de las poblaciones de Criollo es bajo, por lo general diseminado en núcleos relativamente pequeños, está en manos de campesinos o de pequeños ganaderos de modestos recursos económicos, permitiendo posibilidades de que la consanguinidad sea alta, aunque todavía no alcanzaban a demostrar un efecto negativo sobre el comportamiento de los animales. Con estos antecedentes se desarrolló el presente trabajo con el objetivo de realizar estudios básicos sobre: las bases genéticas fenotípica y genotípica intrarracial del bovino Macabeo como recurso genético endémico en peligro de extinción en la Amazonia ecuatoriana; estudios de la bioquímica sanguínea de los biotipos evaluados y; la caracterización de los sistemas de crianza de estos hatos.

## Materiales y métodos

El trabajo se desarrolló en un hato de hembras bovinas de la raza Criolla Macabea con una edad promedio de 14 años, ubicado en la región amazónica ecuatoriana, de un clima subtropical húmedo a muy húmedo pre-montano, lluvias permanentes y vegetación

selvática, típica de la zona. Las temperaturas oscilan levemente entre los 18° y 24° C. Las estaciones son poco marcadas distinguiéndose por su cantidad de precipitaciones pluviométricas las cuales son más o menos uniformes durante todo el año, con un rango de 1500 a 4000mm (Wikipedia, 2018).

Para recopilar la información necesaria de las características fanerópticas, se utilizó una boleta, que contiene: coloraciones del pelaje, así como el tamaño; mucosas, cuernos, pezuñas; presencia o ausencia y forma de cuernos, conformación de la ubre, según la metodología adaptada para los bovinos (Bavera et al., 2009). Para la caracterización genotípica se tomaron de cada unidad experimental, una muestra de pelos con folículo piloso, de la región del muñón de la cola. Se identificó cada muestra de pelo con la ubicación de la finca y nombre del propietario, se colocaron en sobres de papel individuales y se mantuvieron a temperatura ambiente hasta su ingreso al Laboratorio de Genética Molecular Aplicada de la empresa Animal Breeding Consulting S.L. (ABC) de la Universidad de Córdoba (España); para la diversidad genética inter-racial, la selección de las razas empleadas para este estudio se tuvo en cuenta la proximidad geográfica, posibles influencias en el bovino Macabeo o para excluir la presencia de genes cebuinos en esta raza bovina utilizando la base de datos generado a lo largo de los últimos diez años mediante el desarrollo de diversos trabajos y proyectos de investigación englobados en el proyecto BioBovis de la Red CONBIAND (<http://biobovis.jimdo.com>).

Para determinar los análisis de los indicadores bioquímicos se extrajeron 10 mL de sangre al 40% del rebaño de vacas Macabeas, y se depositaron en tubos vacutainer sin anticoagulante, posteriormente se centrifugaron a 3500 rpm x 10 minutos para la obtención del suero sanguíneo, que se congeló a -10 °C hasta su análisis. Las determinaciones de minerales (Ca, P, Mg, Fe y Cu) se

realizaron por Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA) en un equipo PAY-Unicam (SP-191), según los procedimientos del fabricante. El Na y K por Fotometría de Llama (AOAC, 1995), y el P se determinó por el método colorimétrico (Fiskie Subarow, 1925). Las proteínas totales del suero y la albúmina, urea, glucosa y colesterol se determinaron por métodos fotocolorimétricos, utilizando Kits comerciales, según los procedimientos del fabricante.

La caracterización de los sistemas productivos donde se desarrollaran estos hatos se utilizó una encuesta con 32 variables, la cual se aplicó según un diseño no experimental, definido por Hernández-Sampieri *et al.*, (2006) como el diseño donde se observan los fenómenos en su contexto natural para después analizarlos. La encuesta contenía las variables de condiciones edáficas; tenencia y manejo del hato (datos de manejo, tenencia y estructura de rebaño vacuno, estructura del sistema de pastoreo, movimiento de rebaño, prácticas de alimentación y manejo del ternero). Para el estudio edáfico, se recolectaron 5 muestras de suelo alteradas y no alteradas a dos profundidades de 0-10 cm y de 10-30 cm de profundidad en cada una de las fincas y uso de tierra seleccionado. La densidad aparente ( $D_a$ ) del suelo se determinó por el método del cilindro (Blake y Hartge, 1986); la conductividad hidráulica saturada ( $K_{sat}$ ) mediante el método de carga variable y la porosidad de aireación ( $P_a$ ) se evaluó mediante la mesa de tensión en muestras no alteradas, usando un toma muestra tipo "Uhland" con cilindros de 5 cm de diámetro y 5 cm de altura (Pla, 2010). El pH fue medido por potenciometría (relación suelo-agua 1:2,5), las bases cambiables ( $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$ ,  $K^{+1}$ ), micronutrientes y contenido de fósforo (P) fueron medidos por la metodología de Olsen modificado (Bertsh, 1995).

Los indicadores reproductivos (se estima la natalidad total del rebaño), y productivos

no se encontraron registro de datos (entrevista directa a productores).

### **Análisis estadístico**

Los datos de la caracterización faneróptica se les realizó análisis de frecuencias relativas y absoluta para la población estudiada. A los datos provenientes de los análisis sanguíneos se les realizó una estadística descriptiva y se establecieron las principales alteraciones metabólicas. Se tomaron como niveles de referencia los sugeridos por Jagos *et al.*, (1982) y Fajardo *et al.*, (2003) para la especie.

Los valores de Fis (coeficiente de consanguinidad) con un intervalo de confianza del 95% se han calculado con el programa informático GENETIX v. 4.05 (Belkhir *et al.*, 2004) y se ha realizado una prueba de equilibrio Hardy-Weinberg (HW) usando el programa GENEPOP v. 3.1c (Raymond y Rousset, 1995), que aplica el test exacto de Fisher usando el método en cadena de Monte Carlo Markov (Guo y Thompson, 1992).

### **Resultados y discusión**

#### **Las características fenotípicas- morfológicas**

En el estudio se identificaron siete biotipos de bovinos criollos, claramente diferenciadas por el color del pelaje, a estos grupos se les describió como: Blanco con cabeza Bermejo claro; Blanca con cabeza y extremidades jaspeadas en negro; Blancas con mancha Negra longitudinal del cuerpo y extremidades; Cabeza, vientre y extremidades Blancas; Cabeza, vientre y extremidades Negras; Blanca con cabeza, extremidades y cuerpo longitudinal Bermejo Oscuro; Vaca Macabea Blanca (Figuras 1-6).

La Tabla 1 muestra las variables fanerópticas relacionadas con la piel y sus anexos. Todos los biotipos localizados y caracterizados en este trabajo, a pesar de su alta variabilidad fenotípica, presentan algo en común relacionado a su color de la piel, que sus

manchas negras, rojas cereza o amarillas (cuya tonalidad del pelaje varía de oscuro a claro), se presenta de forma de línea longitudinal a lo largo de su cuerpo, de igual color aspeadas en las patas de la región anterior o posterior (Fig. 1). Estas poblaciones no se encuentran exclusivamente en un determina-

do lugar, sino incluso en una misma finca se pueden encontrar animales Macabeos de más de un biotipo, esto ha conllevado a que como veremos más adelante en el análisis genético, no haya una diferencia significativa entre estos grupos.

**Fig. 1.** Vacas Macabea blanca con cabeza, extremidades y cuerpo longitudinal Bermejo Oscuro.



**Tabla 1.** Variables fanerópticas en la piel y estructuras asociadas en vacas Macabeas

Caracteres evaluados	Biotipos racial	n	Población total		Frecuencia Porcentual
			Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	
Coloración piel	Roja cereza	104	15	0,14	14
	Blanca jaspeada		13	0,13	13
	Blanca tonalidades amarillas		35	0,33	33
	Negra cabeza		15	0,14	14
	Blanca cabeza		13	0,13	13
	Blanca negra		13	0,13	13
Pigmentación en las pezuñas	Claras	104	0	0	0
	Oscuras		9	0,09	9
	Negras		95	0,91	91
Pigmentación en mucosas	Sonrosadas	104	8	0,08	8
	Negras		94	0,90	90
	Oscurecidas		2	0,02	2,0

El morro pigmentado con una tonalidad que va de clara a obscura, se observan en todos los biotipos, (Fig. 2). Este biotipo está compuesta por un pelaje blanco con manchas

de pelo de tonalidades que van desde el negro a amarillo claro (bayo) pasando por el bermejo oscuro hasta el negro, distribuidas irregularmente en la zona de la cara, cuello,

tronco y extremidades, como se observa en las figuras 2; 3 y 4, y en la Tabla 1 se observa que el color de la capa predominantemente

en un 33% es el blanco con tonalidades amarilla.

**Fig.2.** Vacas Macabea blancas con mancha Negra longitudinal del cuerpo y extremidades.



Es de señalar una suma importante de la población (92.53%), posee la grupa algo inclinada, como se observa en todas las fotografías, lo que le permite a las hembras

criollas tengan facilidad en el parto. Al respecto similares resultados observó Cevallos, (2012) al caracterizar el bovino criollo del Ecuador en la provincia de Manabí.

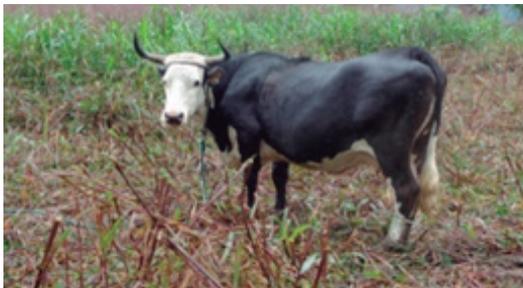
**Fig. 3.** Vaca Macabea Blanco con cabeza Bermejo claro



En la Figura 4, se observa que estos biotipo presenta una capa mayormente entera de color negro y exhibe a nivel de la cabeza, en la región inguinal (ubre) y ventral, así como las extremidades de color blanco o viceversa

color de la piel blanco con cabeza negra y extremidades, región inguinal y ventral negras o cabeza amarilla bermejo con diferentes tonalidades y resto de la piel blanca.

**Fig.4.** Vacas Macabea con cabeza, vientre y extremidades Blancas.



En la Tabla 2 se muestran las características morfológicas de los cuernos, se observó entre el 45 y 46% grandes y medianos respectivamente, similares resultados fueron descritos por Tjon A San y Molina-Flores, (2016) al estudiar los bovino Criollo de

Surinam donde indica cuernos de tamaño medio de longitud ( $27,58 \pm 9,05$ ), lo que también coincide con la descripción histórica de los bovinos criollos en la literatura de América Latina.

**Tabla 2.** Características morfológicas de los cuernos en vacas Mababea

Caracteres evaluados	n	Población total		Frecuencia Porcentual
		Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	
Desarrollo de los cuernos	Grande	47	0,45	45
	Medianos	48	0,46	46
	Pequeños	9	0,09	9
Forma de los cuernos	Corona	28	0,27	27
	Lira	43	0,41	41
	Semiluna	15	0,14	14
	Copa	18	0,17	17

Otra de sus similitudes fanerópticas es relacionado a sus cuernos, en forma de lira, media luna, hacia adelante, abiertos y grandes, lo que podría ser una característica fenotípica a considerar con fines de selección para ser fijada en las generaciones futuras.

Como se observa en la Figura 5, está compuesta por un biotipo con un pelaje blanco con manchas de pelo de tonalidades negro (13%), distribuidas irregularmente en la zona de la cara, cuello, tronco, región inguinal y extremidades, llama la atención las orejas y morro de color negro intenso, con características fenotípicas al bovino criollo BON reportado por Gallego *et al.* (2012). En

la historia sobre ganado español traído a América, no se menciona que se hubieran introducido animales de color blanco con las orejas negras; por el contrario, en los Estados Unidos, Santo Domingo, Venezuela, México y Colombia predominan los colores rojo o amarillo, con algunas manchas blancas o negras, sin embargo Rouse (1977), señala como posible origen de estos criollos a los ganado denominados BON, el ganado español progenitor de las Berrendas Andaluzas, que llegado a Panamá, dio origen también a los ganados Orejinegro del Beni boliviano, Ecuador, Nicaragua y Honduras.

**Fig. 5.** Vaca Macabea Blanca con cabeza y extremidades aspeadas en negro.



En la Figura 6, se observa las características de la ubre de estos animales, el 85% de los biotipos presentan una ubre glandular de color blanca, de apariencia colgante medianas y con venas mamarias bien desarrolladas, resaltando los pezones largos con forma

de ubre de chiva. A pesar que no tener una buena inserción de la ubre, refieren sus dueños poseen buena producción de leche de 12,5 L/vaca/día, para sistemas de producción con mínimos insumos y una excelente habilidad materna.

**Fig. 6.** Biotipo Vaca Macabea Blanca. Forma de la ubre.



Esto parece indicar que las razas selectas por la influencia de la interacción genotipo-ambiente, no manifiestan sus totales capacidades en el trópico. Está claro que los efectos de la adaptación al medio han hecho que los criollos en general y las Macabeas en particular presenten menor talla a lo largo de los siglos con respecto a sus ancestros Ibéricos, sin duda responde a su adaptación al trópico húmedo (Vargas et al., 2015).

En la Tabla 3, se muestran los valores de heterocigosidad media esperada ( $H_e$ ) y heterocigosidad media por recuento directo ( $H_o$ ) en la población de vacas Macabeas. El

promedio de los alelos en una población, indica en cierta manera la variabilidad genética de las poblaciones. Este número de alelos es alto en el bovino Macabeo. Otra manera de apreciar la diversidad genética es mediante la proporción de individuos heterocigotos presentes o heterocigosidad. El promedio de alelos y los valores heterocigosidad indican, que el bovino Macabeo muestra una diversidad genética elevada. El valor de Fis no es significativo a ( $p < 0,05$ ), lo que indica que la población no muestra una desviación.

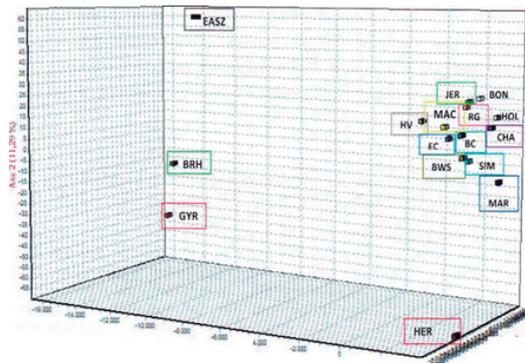
**Tabla 3.** Caracterización genética de la diversidad entre poblaciones (distancia genética, Índices de Fijación o Estadísticos Fis) del Bovino Macabeo de la amazonia ecuatoriana

Indicadores	Media	$\pm SD$	N
Heterocigosidad media esperada ( $H_e$ )	0.7283	$\pm 0.0208$	
Heterocigosidad media observada ( $H_o$ )	0.7187	$\pm 0.0172$	25
Número medio de alelos (NA)	7.25	$\pm 2.03$	
Fis con un intervalo de confianza del 95% calculado con 1000 permutaciones		-0.0097 (-0.068 - 0.006)	

Los resultados de diversidad genética inter-racial donde se incluyeron en el análisis varias razas criollas y cebuínas, el bovino Macabeo se mostró muy distante de las razas cebuínas y del Hereford y otras razas comer-

ciales europeas (Figura 7), aunque se muestra más cercano a los demás bovinos criollos, similares resultados describieron Aguirre Riofrio et al. (2014) al estudiar las razas criollas en la región sur ecuatoriana.

**Figura 7.** Representación gráfica de los resultados del Análisis Factorial de Correspondencia de 16 poblaciones bovinas.



Según el modelo de distancia de Reynolds (1983), las distancias genéticas entre el bovino Macabeo y el resto de las poblaciones, incluidos los bovinos de Ecuador de la zona de Loja y las poblaciones cebuinas, especialmente la raza Gyr son mayores, que con los criollos latinoamericanos incluidos en el estudio determinando, un mayor grado de acercamiento genético con la raza ibérica Hartón del Valle de Colombia, lo que indica que tienen un origen común o que se produjo migraciones de individuos de estas razas.

En la Tabla 4 se reflejan varios estadígrafos de los indicadores sanguíneos de la población estudiada y la frecuencia de alteraciones metabólicas. Sobresalen los porcentajes de subnormalidad de los niveles de

proteína, urea y glucosa, todo ello denota alteraciones relacionadas con la nutrición proteica y energética. Similares resultados encontró Viamonte *et al.*, (2010) en hembras bovinas criollas con un sistema de alimentación solo a base de pastos naturalizados. Kane *et al.*, (2004) han demostrado la influencia de los compuestos nitrogenados y energéticos sobre el aparato reproductor del ganado vacuno, los que actúan en el Sistema Nervioso Central (SNC) la deficiencia de los mismos suprime o disminuye la amplitud y frecuencia de las descargas de GnRH de la eminencia media del hipotálamo (Butler *et al.*, 1996; Wiltbank, 1999 y Roche *et al.*, 2007).

**Tabla 4.** Comportamiento de algunos indicadores sanguíneos en vacas Macabea

Indicadores	n	$\bar{X}$	EE	Casos Subnormales		Límite Crítico	Límite de Confianza al 95 %	
				N	%			
P,(mmol/L)	10	1,73	0,09	-	-	1,45	1,52	1,95
Ca, (mmol/L)	10	2,12	0,05	-	-	1,61	2,01	2,23
Mg, (mmol/L)	10	1,33	0,07	-	-	0,78	1,18	1,48
Na, (mmol/L)	10	142,33	0,52	-	-	136	141,16	143,50
K, (mmol/L)	10	4,46	0,18	-	-	4	4,05	4,87
Fe, (μmol/L)	10	19,45	2,36	-	-	19,9	14,11	24,80
Cu, (μmol/L)	10	35,94	3,84	-	-	11	27,25	44,62
Zn, (μmol/L)	10	13,83	0,90	-	-	12,2	11,78	15,87
Urea, (mmol/L)	10	2,37	0,13	7	70	2,5	2,08	2,67
Prot. Totales, (g/L)	10	70,47	1,87	2	20	65	66,24	74,70
Albúmina, (g/L)	10	35,16	0,95	-	-	30	33,02	37,30
Colesterol, (mmol/L)	10	3,29	0,25	-	-	2,6	3,29	4,43
Glucosa (mmol/L)	10	1,97	0,10	10	100	2,5	1,73	2,20
TGP (U/L)	10	29,67	2,31	-	-	6,9	24,45	34,89

Teniendo en consideración que el rumiante, como plantea Poppi et al, (1995), en casos de déficit energético, la proteína consumida es utilizada como fuente de energía. Groff y Wu, (2005) señalan que la urea sanguínea refleja, entre otras cosas, la degradación ruminal de la proteína y los carbohidratos.

### Caracterización del sistema de crianza.

**Condiciones de tenencia y manejo del hato:** El tamaño promedio de la finca es de 115 ha, con 10 ha de bosques; el rebaño se maneja en sistema de pastoreo a sogueo (método de manejo donde los animales permanecen confinados a una determinada área de pastos sujetos por un cabo o sogá que se amarra a una de las extremidades posteriores o a la cabeza), en dos grupos: animales gestantes y resto del rebaño, con sistema reproductivo en monta simple (un sólo toro) con tasas de natalidad es de  $70 \pm 22\%$ . El sistema de crianza del ternero que se utiliza es el tradicional, los terneros se destetan  $0.48 \pm 0.18$  terneros/reproductora/año, a los siete meses de edad con pesos promedios de  $162 \pm 4.2$  Kg. La producción de leche individual aproximada de las vacas fue de 12,5 L/vaca/día (comunicación personal del productor).

La alimentación solamente es a base de pastos Gramalote (*Axonopus scoparius*) como pasto predominante con cargas de  $1.2 \pm 1.4$  UGM/ha, no reciben sales minerales, ni suplementos balanceados, el agua cada 4 días en bidones de 20 litros.

**Condiciones edáficas:** La provincia presenta principalmente suelos pardos oscuros con poca profundidad y fertilidad con una capa arable de 10 a 25 cm de profundidad y excelente capacidad productiva con  $PH > 7$ , dada por presentar bajos valores de densidad aparente, alta capacidad de infiltración y captación de agua relacionada con los altos valores de  $K_{sat}$  y de los poros de retención (Pr, microporos) y una alta capacidad de aireación reflejada por su porosidad total y

de aireación (Pa, macroporos), por tanto no se presentan problemas de compactación del suelo y por el contrario existe un ambiente edáfico para un adecuado crecimiento de raíces y de microorganismos, similares resultados fueron descritos por Bravo et al., (2017) en estudios realizados en los suelos ganaderos de la provincia de Pastaza. Los subsuelos son semi-compactos, de textura diversa arcillo - arenosa; excelente capacidad de intercambio, de coloración rojiza - marrón oscuro. Las rocas son semi-profundas muy variadas, calcáreas, sedimentarias y eruptivas. La topografía es irregular con pendientes que transitan desde un 25 hasta el 75%, predominando las colinas con moderadas configuraciones y ausencia de grandes valles.

### Conclusión

Se caracterizan por primera vez rebaños bovinos criollos identificados como biotipos Macabeo de la región amazónica ecuatoriana. Para lo cual se identificaron 7 biotipos de poblaciones con alta variabilidad fenotípica por el color de la piel, pero con gran similitud en la distribución de la pigmentación de la franja lineal longitudinal en el cuerpo, en correspondencia con la coloración de cabeza y extremidades, así como cuernos grandes y abiertos. Existe en el rebaño una consanguinidad elevada de  $0.089 \pm 0.12$ , elemento a tener en cuenta para abordar planes de recuperación y conservación del bovino Macabeo de Ecuador. Los principales indicadores sanguíneos diagnosticados mostraron disproteinemia, estrechamente relacionadas con la nutrición proteica, energética y los cambios nutricionales propios los alimentos disponibles de la zona de estudio.

### Recomendaciones

- Implementar programa acelerado de multiplicación y crioconservación de un banco de germoplasma por vías biotecnológicas de las poblaciones bovinas autóctonas

amazónica.

- Crear la infraestructura mínima necesaria para conservar los rebaños existentes en el país.

#### Literatura citada

- Aguirre Riofrio, L.; Apolo, G.; Chalco, L. y Martínez, A. (2014). Caracterización genética de la población bovina criolla de la Región Sur del Ecuador y su relación genética con otras razas bovinas. *Journal Animal Genetic Resources*, 54, 93-101.
- A.O.A.C. 1995. Official methods of analysis. 16th. Ed. Assoc. Off. Agric. Chem. Washington, D.C. USA.
- Bavera, G.A.; Peñafort, C. Bonvillani, Adriana; Ruiz, L.E.; Dogi, F y Bavera, F.P. *El pelaje del bovino y su importancia en la producción*. 1ª edición Río Cuarto, 137 pp.
- Belkhir, K., P. Borsa, L. Chikhi, N. Raufaste y Bonhomme, F. (2004). Genetix: 4.05 Logiciel sous Windows™ pour la genetique des populations, In: U. d. Montpellier (ed.) Montpellier, France. *ScienceOpen*.
- Bertsh, F. (1995). *La fertilidad de los suelos y su manejo*. 1 ed. San José. Costa Rica. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
- Blake, G.R. y Hartge, K.H. (1986). Bulk density. In Klute, A. (Ed.), *Methods of soil Analysis*, Part I. Physical and Mineralogical Methods ASA/SSSA, Madison, pp 363-375.
- Bravo, C., Ramírez, Alina; Marín, Haideé, Torres, B., Alemán, R., Torres, R., Navarrete, H. y Changoluisa, Daysi. (2017). Factores asociados a la fertilidad del suelo en diferentes usos de la tierra de la Región Amazónica Ecuatoriana. *Rev. REDVET*. ISSN 1695-7504, 18(11), 16 p.
- Butler, W. R.; Calaman, J.J. y Beam, S. (1996). Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate and lactating dairy cattle, *J, Animal Sci.* 74(4), 858-865.
- Cevallos O. (2012). *Caracterización morfoestructural y faneróptica del bovino Criollo de la provincia de Manabí (Ecuador)*. Tesis de Máster. Universidad de Córdoba. España. 67 pp.
- Fajardo, H.; Viamonte, María I.; Rondón, G.; Sánchez, Magdalena; Constenla, Lourdes; Fonseca, N. y Sánchez, E. (2003). Niveles de indicadores sanguíneos en varias especies de animales. *Rev. Cubana Cienc. Vet* 28(1), 24-28.
- Gallego J.G.; Martínez R.S. y Moreno F.O. (2012). *Características fenotípicas y morfométricas de la raza BON*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. En: Colombia ISBN: 9789587401196 ed: produmedios , 1, p.17 - 30.
- Groff, E.B. y Wu, Z. (2005). Milk production and nitrogen excretion of dairy cows fed different amounts of protein and varying proportions of alfalfa and corn silage. *J. Dairy Sci.* 88, 3619-3632.
- Guo, S.W. y Thompson, E.A. (1992). Performing the exact test of Hardy-Weinberg proportions for multiple alleles. *Biometrics*, 48, 361-372.
- Hernández-Sampieri, R.; Fernández, C. y Baptista, Pilar. (2006). *Metodología de la Investigación*. Cuarta Edición, Editado en México D. F. Editorial The McGraw-Hill Companies interamericana Editores, S.A, ISBN 970-10-5753-8. 882 pp.
- Jagos, P.; Bouda, J.; Kredl, F. y Pedroso, R. (1982). Los valores bioquímicos y hematológicos de los animales domésticos y las nuevas expresiones de los resultados". CIMA, La Habana, Cuba, 17 pp.
- Kane K.K.; Hawkins, D.E.; Pulsipher, G.D.; Denniston, D.J.; Krehbiel, C.R.; Thomas, M.G.; Petersen, M.K.; Hallford, D.M.; Remmenga, M.D.; Roberts, A.J. y Keisler, D.H. (2004). Effect of increasing levels of undegradable intake protein on metabolic and endocrine factors in estrous cycling beef heifers. *J. Animal Sci.* 82, 283-291.
- Pinzón, M.E. (1984). Historia de la ganadería bovina colombiana: origen y desarrollo de la ganadería colonial: razas autóctonas, recurso natural: su formación, utilización y estado actual. *Suplemento Ganadero* 0120-4742. 4(1). Banco Ganadero. Bogotá, Colombia, 208 p.
- Pla. I. (2010). Medición y evaluación de propiedades físicas de los suelos: dificultades y errores más frecuentes. *Propiedades Mecánicas. Suelos Ecuatoriales* 40(2), 75-93.
- Poppi, D.P. y MC Lennan, S.R. (1995). Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Animal Sc.* 73(1), 276-284.
- Primo A. (2005). El ganado bovino ibérico en América 500 años después. *Arch Zoot* 14(154), 421-432.
- Raymond, M. y Rousset, F. (1995). GENEPOP (Version 1.2): Population genetics software for exact test and ecumenicism.
- Reynolds J., Weir B.S. y Cockerham C.C. (1983). Estimation of the coancestry coefficient: Basis for a short-term genetic distance. *Genetics* 105, 767-79.
- Roche, J. R., Berry, D. P., Lee, J. M., Macdonald, K. A., y Boston, R. C. (2007). Describing the body condition score change between successive calvings: A novel strategy generalizable to diverse cohorts. *J. Dairy Sci.* 90, 4378-4396.
- Rouse J.E. (1977). *The Criollo Spanish Cattle in the Americas*. University of Oklahoma Press, Norman, USA. ISBN: 0806114045, 303 pp.
- Tjon A San, G.G. y Molina-Flores, B. (2016). *Caracterización fenotípica del bovino Criollo de Surinam*

- en los distritos de Coronie y Nickerie. *Arch de zootecnia* 65(251), 399-401
- Vargas J.C., Delgado J.V., Gómez M.M., Viamonte María I. Ramírez Alina, Benítez J. (2015). Raza bovina autóctona macabea, recurso genético para el mejoramiento y adaptación a los ecosistemas amazónicos ecuatorianos. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal. AICA* (4)19-21.
- Viamonte, María Isabel; Fajardo, H; Benítez, D.; Rondón, G. y Sánchez Magdalena. (2010). Comportamiento de algunos indicadores metabólicos en hembras bovinas Criollas anéstricas en el Valle del Cauto. *Rev. Electrónica Granma- Ciencia* ISSN 1027-975X. 14 (3).
- Wikipedia (2018). Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia\\_de\\_Morona\\_Santiago](https://es.wikipedia.org/wiki/Provincia_de_Morona_Santiago).
- Wiltbank, M.C. (1999). Causas y tratamientos de procesos de anestro y ovarios quísticos: Consideraciones en base a la fisiología ovárica normal. *3 ras Jornadas ANEMBRE de Medicina Bovina*, celebrado en León 16, 17 y 18 Abril. Libro de Ponencias y Comunicaciones, p. 95-108.



## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Análisis cinético de la biodegradabilidad anaerobia de la cachaza con pretratamiento termoalcalino en la producción de metano

Kinetic analysis of biodegradability anaerobia of the filter cane with pre-treatment thermoalcalino in the production of methane

Jorge Manuel Ríos Obregón<sup>1</sup>, Regla María Bernal Gutiérrez<sup>1</sup>, Lisbet López González<sup>2</sup>, Janet Jiménez Hernández<sup>2</sup>, Yelinnay García Pérez de Villamil<sup>3</sup>, Leobel Morell Perez. .

<sup>1</sup>Universidad Estatal Amazónica, Ecuador, <sup>2</sup>Universidad de Sancti Spiritus "José Martí Pérez", Cuba, <sup>3</sup>Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza, Ecuador

\*Autor de correspondencia:  [jrios@uea.edu.ec](mailto:jrios@uea.edu.ec) (J.M. Ríos Obregón)

### Resumen

La cachaza, es el principal residuo del proceso de fabricación de azúcar y su elevado volumen se ha convertido en un importante contaminante del entorno. El pretratamiento termoalcalino constituye un método eficaz dada la naturaleza de la cachaza y permite una mayor producción de metano en condiciones anaeróbicas. En esta investigación se realiza un análisis cinético de la biodegradabilidad anaeróbica de la cachaza previamente tratada, a diferentes tiempos, con hidróxido de sodio NaOH, como agente químico y temperatura de 75 °C. Para el estudio se tomó cachaza proveniente el ingenio azucarero "Melanio Hernández", provincia de Sancti Spiritus; Cuba y su caracterización físico-química se realizó mediante el análisis de sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV) y Ph. Se determinaron los parámetros cinéticos por digestión anaeróbica en condiciones mesófilicas (37± 1 °C) se obtiene que los modelos cinéticos que describieron el mejor comportamiento de la digestión anaerobia fueron el de Hill y Chapman con un alto coeficiente de correlación. Los menores rendimientos alcanzados comparados con la literatura para otros sustratos pueden estar afectados por compuestos no deseados que pudieran solubilizarse y afectar el proceso de digestión anaerobia. La oxidación de la lignina a compuestos fenólicos solubles es un riesgo por su posible efecto inhibitorio sobre el proceso de digestión anaerobia. Entre ellos, se encuentran ácidos, aldehídos y alcoholes aromáticos. También las reacciones de Maillard pueden ocurrir bajo condiciones termo-alcalinas con sustratos que contienen proteínas y carbohidratos, como es el caso de estudio, con la formación de compuestos recalcitrantes como son las melanoidinas.

**Palabras claves:** Hidrólisis, residuos, digestión anaerobia, metano, cachaza, pretratamiento

### Abstract

Filter cane is the main residue of the sugar manufacturing process and its high volume has become an important pollutant of the environment. The thermoalkaline pretreatment is an effective method given the nature of filter cane and allows a greater production of methane in anaerobic conditions. In this research, a kinetic analysis of the anaerobic biodegradability of the previously treated filter cake is carried out, at different times, with sodium hydroxide NaOH, as chemical agent and temperature of 75 °C. For the study filter cane was taken from the sugar mill "Melanio Hernández", located in the province of Sancti Spiritus; Cuba and its physical-chemical characterization was carried out through the analysis of total solids (ST), volatile solids (SV) and Ph. Kinetic parameters were determined by anaerobic digestion in mesophilic conditions (37 ± 1 °C) is obtained that the kinetic models that describe the improved performance of anaerobic digestion were Chapman Hill and with a high correlation coefficient. The lower yields achieved compared with the literature for other substrates may be affected by undesirable compounds that could be solubilized and affect the anaerobic digestion process. Oxidation



of lignin to soluble phenolics is a risk for possible inhibitory effect on the anaerobic digestion process. Among them are acids, aldehydes and aromatic alcohols. Maillard reactions can also occur under thermo-alkaline conditions with substrates containing proteins and carbohydrates, as is the case of the study, with the formation of recalcitrant compounds such as melanoidins.

**Keywords:** Hydrolysis, waste, anaerobic digestion, methane, filter cane, pretreatment.

## Introducción

Millones de toneladas de residuos sólidos son producidos en la actualidad y solo una pequeña parte se utiliza para la producción de energía; el resto contamina el medio ambiente. Es por ello que se impone la necesidad de estudiar estos residuos y aplicar métodos alternativos que contribuyan a mejorar la eficiencia del proceso de estabilización de los mismos.

La generación de energía a partir de biomasa es una de las fuentes renovables con mayor potencialidad en Cuba, proveniente de residuales de vacunos y de porcinos, de la producción de azúcar, alcohol, despulpadoras de café y de vertederos sanitarios, que constituyen hoy día, en su conjunto, una vía de contaminación ambiental. (Contreras, López, & Romero, 2006)

La cachaza o torta de filtro es el principal residuo de la industria del azúcar de caña, produciéndose de 30 a 50 Kg. por tonelada de materia prima procesada, lo cual representa entre 3 y 5 % de la caña molida. Este porcentaje y su composición varían con las características agroecológicas de la zona, con el cultivar cosechado, eficiencia de fábrica, método de clarificación empleado, entre otros factores. Esta por su alto contenido de materia orgánica insoluble 85 % (Sánchez et al., 1996), precio relativamente bajo y por los grandes volúmenes generados hacen de esta biomasa una fuente atractiva para los procesos de bioconversión.

A pesar de los múltiples usos que tiene la cachaza, permanecen grandes cantidades de este residuo sin ser utilizadas lo cual trae como consecuencia serios problemas de contaminación en las zonas destinadas a su deposición y solo una pequeña parte recibe algún tipo de tratamiento. Un método efecti-

vo y práctico que se aplica es someter este residual a deshidratación por calor, obteniendo como resultado un material más estable y de fácil manejo llamado melote (Sarria, 1990).

En Cuba se ha recurrido a la descomposición anaerobia de la cachaza como alternativa de tratamiento (Cruz, 1991) (González, 1995). Para ello se emplean grandes volúmenes de agua (relación en volumen 1:4, cachaza: agua) con el objetivo de diluir el elevado contenido de sólidos en suspensión. Si bien hay avances en el estudio del tratamiento de residuos sólidos a nivel internacional, aún quedan aspectos sobre la posibilidad de una etapa previa de tratamiento, que permita la estabilización final del material orgánico complejo sin necesidad de grandes diluciones. Más aún, cuando se conoce de la aplicabilidad de la hidrólisis para diversos fines en materiales con elevado contenido de carbohidratos, lo que constituye el paso limitante en el proceso de digestión anaerobia.

En la actualidad, existen diferentes métodos de pretratamiento incluyendo mecánica, física, térmica y química (es decir, álcali, ácido, por oxidación), así como los métodos biológicos (A. Hendriks & G. Zeeman, 2009). En el pretratamiento termoalcalino varios trabajos confirman lo mencionado anteriormente. (J. M. B. R. L. Gossett, 1982) concluyó que la lignina pretratada por tratamiento termoalcalino en concentraciones por encima de un g L-1 tuvo un mayor efecto inhibitorio para los metanógenos.

En general, para todos los métodos de pretratamiento abordados la selección de los parámetros durante del pretratamiento resulta un aspecto importante para la productividad y/o el rendimiento de metano. En el caso del pretratamiento termoalcalino con NaOH,

podiera pensarse en utilizar las aguas de limpieza de los equipos que contiene sosa para pretratar la cachaza y abaratar el pretratamiento en cuanto al agua y la compra de este producto químico para su posterior conversión a bioetanol o biogás, lo que ofrecen alternativas de solución para el aprovechamiento del potencial económico y ambiental de dicha biomasa.

El objetivo de la investigación fue determinar el efecto del pretratamiento termoalcalino con NaOH en la biodegradabilidad de la cachaza para incrementar el rendimiento de metano.

### **Materiales y métodos**

La cachaza usada en los experimentos se recolectó durante la zafra 2015 procedente de la Unidad Empresarial de Base Central Azucarero “Melanio Hernández” de la provincia de Sancti Spiritus. La cachaza se secó al aire por 72 horas, y posteriormente se almacenó a 4 oC en bolsas de nylon.

### **Métodos Analíticos**

La caracterización fisico-química de la cachaza consistió en el análisis de sólidos totales (ST), sólidos volátiles (SV) y pH, según los métodos estándares

El pH se midió con un electrodo Crison 52-11, conectado a un medidor de pH/mV Crison GLP 22. La resolución de la lectura es de 0,01 unidades de pH y la precisión de  $\pm 0,01$ . Se realizó la calibración con disolu-

ciones también estándar CRISON de pH 7,02 y 4,00 a 20 °C. Las muestras se mezclaron con agua a una proporción 1:10 y se agitaron a 150 rpm por espacio de 20 minutos (VDI 4630 2005).

Pretratamiento termoalcalino con hidróxido de sodio (NaOH)

En el pretratamiento termoalcalino con NaOH, se realizó en dos tiempos, con dos repeticiones en un tiempo de 1 hora y las otras dos en un tiempo de 2 horas. Las mezclas se prepararon añadiendo 3,8 g de hidróxido de sodio, 40 g de cachaza y 380 g de agua para mantener la dilución de 10 partes; las mismas fueron hermetizadas y cubiertas con papel de aluminio para evitar la pérdida de calor al medio y puestos en un termoreactor, alcanzando la temperatura requerida al cabo de los 29 minutos de haberlos puestos en el equipo.

### **Análisis cinético**

La aproximación a la cinética del proceso se realizó mediante los modelos de Roediger (ecuación 4) (Borja, Martín, Durán, & R., 1991) , de Chapman (Mähnert, 2007) ; (Linke & Schelle, 2000) (ecuación 5), Hill (ecuación 6) (Mähnert, 2007) y el modelo de transferencia (ecuación 7). El ajuste a los modelos se realizó mediante un análisis de regresión no lineal, se utilizó el Software Statgraphics Centurion XVI para Windows y de esta forma fue posible obtener los parámetros cinéticos y rendimiento máximo de metano.

$$y_{(t)} = y_{max} \cdot (1 - e^{-k \cdot t}) \quad (4)$$

$$y_{(t)} = y_{max} \cdot (1 - e^{-b \cdot t})^c \quad (5)$$

$$y_{(t)} = y_{max} \cdot (t^b / (c^b + t^b)) \quad (6)$$

$$y_{(t)} = y_{max} \cdot (1 - e^{-Rm(t-d)/y_{max}}) \quad (7)$$

Donde:

$y(t)$ : Producción de metano acumulativa ( $\text{mLN}_g^{-1}\text{SV}^{-1}$ )

$y_{\text{max}}$ : Rendimiento máximo de metano ( $\text{mLN}_g^{-1}\text{SV}^{-1}$ )

$t$ : Tiempo de digestión (d)

$k$ : Constante de velocidad aparente ( $\text{d}^{-1}$ )

$b, c$ : Constantes del modelo

Rm: Máxima producción de metano alcanzada en un día ( $\text{mLN}_g^{-1}\text{SV}^{-1}\text{d}^{-1}$ )

## Resultados y discusión

Los valores de los parámetros químicos analizados en la cachaza que se utilizó en el estudio experimental se recogen en la tabla 1,

la cual muestra un contenido de sólidos totales de 94.95%, de los cuales el 76.32% son volátiles y un pH de 5.4; similar al reportado por (Radjaram & Saravanane, 2011).

**Tabla 1.** Caracterización de la cachaza

Parámetros	Unidad	Cachaza	Valores reportados
pH		5.4±0.06	7,5 <sup>a</sup> , (4,5 - 5) <sup>c</sup> , 7,7 <sup>d</sup> , 5,5 <sup>f</sup>
ST	%MF	9.95 ±2.01	10 <sup>a</sup> , 9,09 <sup>b</sup> , 29 <sup>c</sup> , 20 <sup>e</sup> , 6,28 <sup>f</sup>
SV	% ST	80.38±5. 02	83,91 <sup>f</sup>
SV	% MF	76.32 ±5.22	

Los datos están expresados como el valor medio ± desviación estándar. Todos los porcentos son sobre base seca, excepto para los ST.

<sup>a</sup>Rouf *et al.*, (2010); <sup>b</sup>López-González, 2013; <sup>c</sup>Radjaram y Saravanane (2011); <sup>d</sup>Meunchang *et al.*, (2005); <sup>e</sup>Baez-Smith (2008); <sup>f</sup>Sánchez *et al.*, (1996).

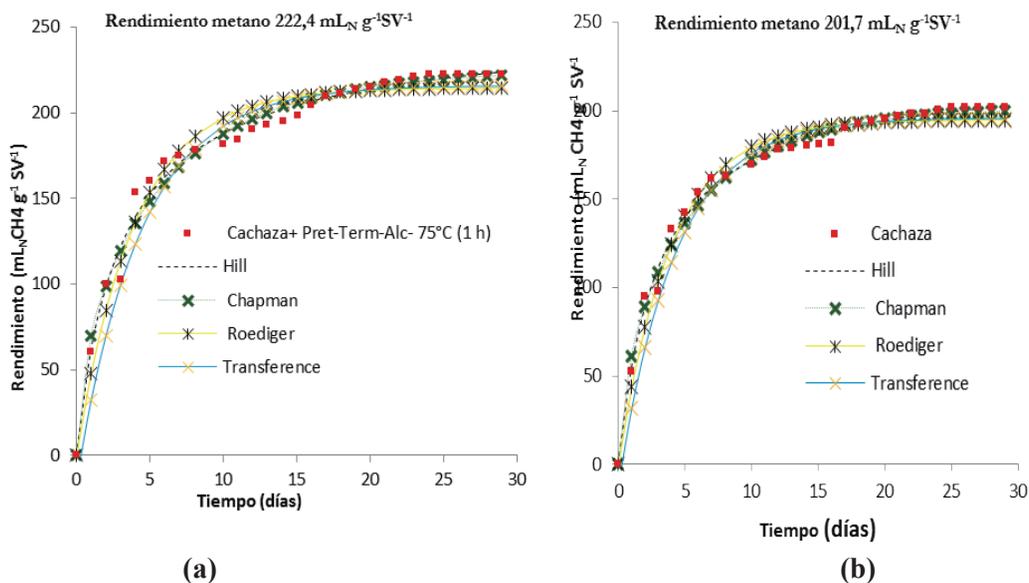
El pH fue de 5.4, valor que se encuentra en el rango reportado por (Meunchang, Alfons, Panichsakpatana, & Weaver, 2005) (Meunchang *et al.*, 2005), (Radjaram & Saravanane, 2011) . La variación de pH se debe al proceso de generación de cachaza, método de colección, preservación y determinación. La composición química de la cachaza depende de una diversidad de factores como son: la variedad de la caña de

azúcar, edafología, nutrientes, proceso de clarificación adoptado, operación de filtración, y otros factores ambientales (Velarde, León, Cuéllar, & Villegas, 2004).

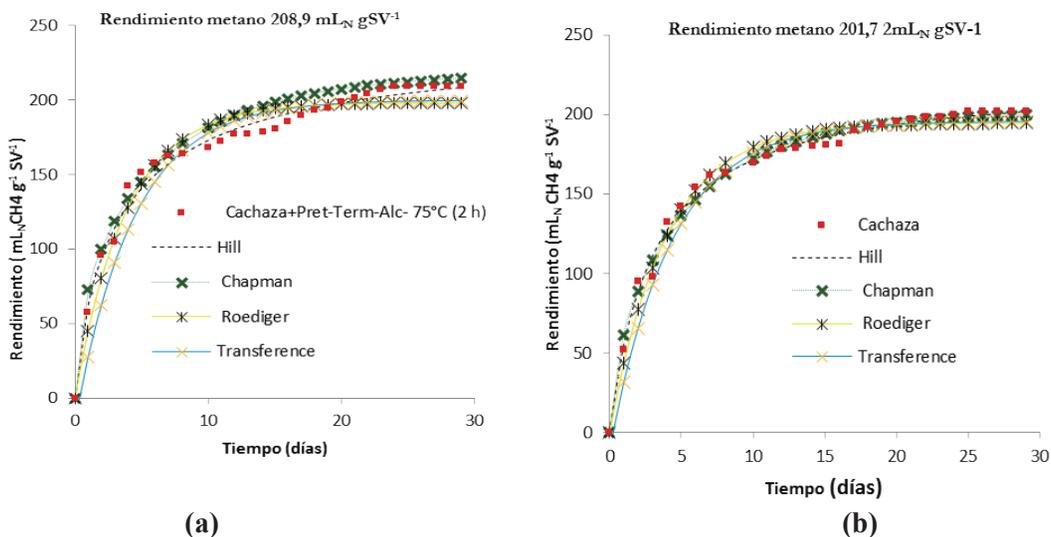
## Parámetros cinéticos

El comportamiento de los modelos cinéticos de la cachaza tratada y sin pretratar (Figura 1 y Figura 2), reflejó un buen ajuste para todos los modelos, aunque los de mayor ajuste fueron Hill y Chapman con una R2 del pretratamiento termoalcalino a 1 hora de 98,47% y 98,0% respectivamente. El R2 del pretratamiento termoalcalino a 2 horas (Hill a 98,51% y Chapman a 98,20%) y la R2 de la cachaza de 98,27% y 98,88 % correspondiente a cada uno de los modelos.

**Figura 1.** Modelos cinéticos del rendimiento de metano. Pretratamiento pretratamiento termo-alcalino a 1 h de la cachaza (a) y la cachaza sin pretratar (b)



**Figura 2.** Modelos cinéticos del rendimiento de metano. Pretratamiento pretratamiento termoalcalino a 2 h de la cachaza (a) y la cachaza sin pretratar (b)



En la tabla 2 se muestran los modelos y parámetros cinéticos para el pretratamiento biológico del proceso de digestión anaerobia. El mayor rendimiento se obtuvo en el modelo de Hill modificado con un incremento de 11.1% para el pretratamiento de 1h con

un R<sup>2</sup> 98.47%. La máxima producción de metano (R<sub>m</sub>) para el pretratamiento fue de 49.0 mLCH<sub>4</sub>/gSV/d, mostrando la alta disponibilidad de materia orgánica degradable en la mezcla alimentada.

**Tabla 2.** Parámetros cinéticos para el pretratamiento termoalcalino de la cachaza (a 1 hora y 2 horas) y la cachaza sin pretratar

<b>Pretratamiento termo-alcalino de la Cachaza 1 h</b>							
<b>Modelos cinéticos</b>	<b>yCH<sub>4</sub>máx</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>k</b>	<b>Rm</b>	<b>λ</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
Roediger	214,5	96,49	0,25				
Hill modified	250,3	98,47				0,96	3,19
Chapman	224,4	98,00				0,13	0,55
Transferencia	215,9	96,64		49,0	0,29		
<b>Pretratamiento termo-alcalino de la Cachaza 2 h</b>							
<b>Modelos cinéticos</b>	<b>yCH<sub>4</sub>máx</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>k</b>	<b>Rm</b>	<b>λ</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
Roediger	198,2	95,38	0,26				
Hill modified	242,6	98,51				0,84	3,38
Chapman	218,0	98,20				0,12	0,50
Transferencia	199,9	95,69		45,7	0,35		
<b>Cachaza sin pretratar</b>							
<b>Modelos cinéticos</b>	<b>yCH<sub>4</sub>máx</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>k</b>	<b>Rm</b>	<b>λ</b>	<b>b</b>	<b>c</b>
Roediger	194,9	97,74	0,25				
Hill modified	222,5	99,27				1,02	3,01
Chapman	201,5	98,88				0,15	0,60
Transferencia	195,9	97,91		45,8	0,24		

### Conclusiones

- El pretratamiento termo-alcalino de la cachaza aumentó la biodegradabilidad del sustrato favoreciendo los rendimientos de metano con incrementos de un 11.1% respecto a la cachaza sin tratar.
- Los modelos cinéticos que describen el mejor comportamiento de la digestión anaerobia fueron los de Hill y Chapman con un buen ajuste.
- El rendimiento de metano estuvo por debajo a otros estudios del pretratamiento con otros sustratos.

- Borja, R., Martín, A., Durán, M., & R., Maestro. (1991). Estudio cinético comparativo del proceso de digestión anaerobia del alpechín en los Límites mesofílico y termofílico de temperatura. *Grasas y aceites*, 43 (6). 341-346.
- Contreras, L M., López, L, & Romero, O. (2006). Producción de biogás con fines energéticos. De lo histórico a lo estratégico. *Revista futuros*, 16(4), 1-8.
- Cruz, F. (1991). Biogás de cachaza. *Revista Energía.*, 2, 23 - 35.
- González, H. Fernández, E. Collazo, Y. . (1995). Nueva tecnología para el tratamiento de efluentes. *Revista Ingeniería Química*, 312 (4). 46-49.
- Gossett, J M. Belsler R L. (1982). Anaerobic digestion of waste activated sludge. *Journal of the Environmental Engineering Division*, 108(6), 1101-1120.
- Gossett, J.M., Stuckey, D.C., Owen, W.F., & McCarty, P.L. (1982). Heat treatment and anaerobic

- digestion of refuse. *J. Environ. Eng. Div.*, 108, 437–454.
- Hendriks, A. T. W. M., & Zeeman, G. (2009). Pretreatments to enhance the digestibility of lignocellulosic biomass. *Bioresour Technol*, 100(1), 10-18. doi: DOI 10.1016/j.biortech.2008.05.027
- Hendriks, A., & Zeeman, G. (2009). Pretreatments to enhance the digestibility of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, 100(1), 10-18.
- Linke, B. , & Schelle, H. . (2000). Solid State Anaerobic Digestion of Organic Wastes. *AgEng Warwick. EurAgEng. Paper Number 00-AP-025.*, 1-10.
- Mähnert, P. (2007). Kinetik der Biogasproduktion aus nachwachsenden Rohstoffen und Gülle., Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät.
- Meunchang, S. , Alfons, JM. , Panichsakpatana, S., & Weaver, R W. (2005). Co-composting of filter cake and bagasse; by-products from a sugar mill. *Bioresource technology.*, 96(4), 437-442.
- Penaud, V., Delgenés, J.P., & Moletta, R. (1999). Thermo-chemical pretreatment of a microbial biomass: influence of sodium hydroxide addition on solubilization and anaerobic biodegradability. *Enzyme and Microbial Technology*, 25 258–263.
- Radjaram, B., & Saravanane, R. (2011). Assessment of optimum dilution ratio for biohydrogen production by anaerobic co-digestion of press mud with sewage and water. *Bioresource technology.*, 102(3), 2773-2780.
- Sánchez, C. , de la Noval, B., Hernández, M I., Hernández, JC, .Hernández, A N, .García, D. , . . . Fernández, F. (1996). BIOFERTILIZERS AND PLANT NUTRITION. *Cultivos tropicales: CT.*, 17(3), 4.
- Sarria, P. Solano , A. Preston, TR. (1990). Utilización de jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. *Livestock Research for Rural Development*, 2(2), 92-100.
- Velarde, S.E., León, O.M., Cuéllar, A.I., & Villegas, D.R. (2004). Production and application of compost (1th ed.). La Habana. Cuba.



## Evaluación del ciclo de vida del salivazo *Mahanarva andigena* sobre plántulas de caña de azúcar

### Life cycle assessment of *Mahanarva andigena* spittlebug on sugarcane seedlings

Segundo Valle Ramírez<sup>1\*</sup>, Miguel Ángel Iparraguirre Cruz<sup>2</sup>, Willan Caicedo Quinche<sup>1</sup>, Luis Díaz<sup>1</sup>, Hernán Uvidia Cabadiana<sup>1</sup> y Karina Carrera Sanchez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Estatal Amazónica, Paso lateral km 2 ½ Vía Napo, Pastaza, Ecuador.

<sup>2</sup>Universidad Ciego de Ávila (UNICA). Ciego de Ávila, Carretera de Morón Km.9, Cuba.

\*Autor de correspondencia: [s\\_valle28@yahoo.es](mailto:s_valle28@yahoo.es) (S. Valle Ramírez)

#### Resumen

El salivazo *Mahanarva andigena*, se destaca como una plaga de importancia económica para el cultivo de caña de azúcar de Pastaza por su amplia distribución en todas las parroquias en producción. Con el propósito de implementar estudios de la biología de este insecto plaga asociada al cultivo se determinó la duración de los estados de huevo, ninfa y adulto sobre plántulas de caña de azúcar. Para determinar el primer estado del insecto se utilizó cajas Petri de 90 x 15mm, en el laboratorio de Microbiología de la Universidad Estatal Amazónica, a una temperatura de  $23 \pm 1$  °C y humedad relativa de  $80,20 \pm 5,3\%$ , y los estados de ninfa y adulto en invernadero a temperatura media de  $23,81 \pm 2,59$  °C con humedad relativa de  $80,47 \pm 8,36$ . Para la alimentación de los insectos en estos estados se utilizaron plántulas de caña de azúcar cultivar POJ 93 de 30 días de edad en macetas. La duración del período embrionario de *M. andigena* fue de  $19 \pm 1,58$  días, el estado de ninfa de  $46,5 \pm 1,29$  días y el estado adulto de  $19 \pm 1$  día. La duración total del ciclo de vida de *M. andigena* en Pastaza fue de  $84,5 \pm 3,87$  días.

**Palabras claves:** ninfa, adulto, supervivencia, oviposición, plaga

#### Abstract

The spittlebug *Mahanarva andigena* stands out as a pest of economic importance for the cultivation of sugar cane of Pastaza by its wide distribution in all the parishes in production. In order to implement studies of the biology of this pest insect associated with the crop, the duration of egg, nymph and adult stages on sugarcane seedlings was determined. In order to determine the first insect status, 90 x 15mm Petri dishes were used in the Microbiology Laboratory of the State University of Amazonia at a temperature of  $23 \pm 1$  °C and relative humidity of  $80.20 \pm 5.3\%$ . nymph and adult stages in greenhouse at a mean temperature of  $23.81 \pm 2.59$  °C with relative humidity of  $80.47 \pm 8.36$ . For insect feeding in these states, POJ 93 sugar cane seedlings of 30 days of age were used in pots. The duration of the *M. andigena* embryo period was  $19 \pm 1.58$  days, the nymph state was  $46.5 \pm 1.29$  days and the adult state was  $19 \pm 1$  day. The total life span of *M. indigena* in Pastaza was  $84.5 \pm 3.87$  days.

**Keywords:** nymph, adult, survival, oviposition, pest



## Introducción

Varias especies de salivazos (Hemiptera: Cercopidae) son generalmente plagas de la caña de azúcar y poáceas forrajeras en la Región Neotropical. Las especies *Mahanarva bipars* (Walker), *M. andigena* (Jacobi), *M. fimbriolata* (Stal), *M. posticata* (Stal) y *M. indentata* (Walker), predominan en cultivos de caña de azúcar en América del Sur (Rodríguez y Peck, 2007; Chaves et al., 2014). En Ecuador se han reportado la especie *M. andigena*, distribuida en diferentes zonas del país, entre ellas, la provincia de Pastaza (Mendoza et al., 2013); además de *M. trifissa* Jacobi en la hacienda San Rafael, cantón Bucay, provincia del Guayas, en la costa ecuatoriana (Gómez et al., 2014).

Altas infestaciones de *M. andigena* en el Ecuador han provocado pérdidas entre 15-34% (Mendoza et al., 2004) y en Pastaza, en el cultivar POJ 93, reducciones en el rendimiento agrícola entre 40-60% (GAD-PPz, 2007). Según varios estudios, altos niveles poblacionales del salivazo provocan una reducción en la productividad de la caña de azúcar y calidad de sus derivados, debido a la reducción en longitud y diámetro del tallo, y canuto, que se vuelven cortos y más fibrosos. Así como, por la disminución de °Brix, Pol y pH (Mutton et al., 2010; García et al., 2011).

Las ninfas y adultos de *M. andigena* en Colombia y Ecuador, exhiben un comportamiento aéreo, siendo común que se puedan observar los diferentes instares ninfales en una sola masa de espuma, localizada dentro del cogollo de la planta (Peck et al., 2004). Este aspecto las distingue de las demás especies de salivazo hasta la fecha estudiadas, convirtiéndose en una característica propia del género *Mahanarva* y que tiene implicaciones en las tácticas de manejo establecidas hasta el momento, tendientes a disminuir el impacto de esta plaga en campo (Batista, 2007; Rodríguez y Peck, 2007).

Aunque en la provincia de Pastaza, *M.*

*andigena* constituye una plaga de importancia económica para la caña de azúcar, no existen estudios sobre su ciclo de vida. Esta información es esencial y relevante para el establecimiento de estrategias adecuadas de manejo de este insecto plaga en las condiciones específicas de esta zona. Por lo que el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la duración de los estados de huevo, ninfa y adulto sobre plántulas de caña de azúcar.

## Materiales y métodos

La duración del estado de huevo se determinó en el laboratorio de Microbiología de la Universidad Estatal Amazónica, a una temperatura de  $23 \pm 1$  °C y humedad relativa de  $80,20 \pm 5,3\%$ . Se tomaron 500 huevos provenientes de un pie de cría, de ellos se distribuyeron 50 huevos por placa de Petri (100 x 15 mm), sobre papel de filtro estéril y humedecido diariamente con agua destilada estéril para mantener una humedad relativa del 100% (García et al., 2006; Chaves et al., 2014; Grisoto et al., 2014). El número de ninfas emergidas por placa de Petri fue registrado diariamente.

La duración de los estados de ninfa y adulto del insecto se determinó en el interior de un invernadero ubicado en el Barrio Obrero de la ciudad de Puyo, Provincia de Pastaza, durante el período de enero a mayo de 2014, a temperatura media de  $23,81 \pm 2,59$  °C, humedad relativa de  $80,47 \pm 8,36$  y días con 12 horas de luz.

Para determinar la duración del estado de ninfa fueron utilizadas plántulas de caña de azúcar de 30 días de edad variedad POJ93. Para su obtención, inicialmente se plantaron trozos de tallos apicales con dos yemas, en bolsas de polietileno de color negro de 20 x 25 cm, los trozos de tallos fueron previamente desinfectados con una solución de Vitavax (3,0 g. L-1) durante 10 minutos, que contenían como sustrato suelo natural (Inceptisol) más compost (relación 3:1). Después de tres semanas fueron trasplantadas a macetas

contentivas de 2 L del sustrato descrito anteriormente. A los tres días del trasplante se aplicó fertilización foliar con NPK + microelementos (ESTIMUFOL), a una concentración de 2,5 g.L<sup>-1</sup>, cada plántula se asperjó con 15 mL de la solución con ayuda de una bomba de mochila Jacto de 20 L, previamente calibrada.

A los 30 días de edad, cada plántula fue inoculada con cinco ninfas (<de 12 horas de edad), de acuerdo a Rodríguez y Peck (2006) y Grisoto *et al.* (2014). Después de la inoculación, cada maceta fue cubierta con una cámara cilíndrica de plástico transparente de 70 cm de alto y 45 cm de diámetro, con dos ventanas laterales opuestas de 12 x 10 cm revestidas con malla antiáfidos para aislar a las ninfas de depredadores y propiciar un microclima favorable para su desarrollo.

La mortalidad de las ninfas fue evaluada diariamente, caracterizada por la paralización de la producción de espuma (muerte por desecación). Después de la emergencia, se sexaron los adultos sobre la base del tamaño y color que les diferencia entre macho y hembra, según la metodología de Mendoza *et al.* (2004). El ensayo se organizó según un diseño completamente aleatorizado, con diez réplicas, cada una conformada por cinco ninfas.

Para determinar la duración del estado de adulto (machos y hembras) se emplearon adultos tenerales (<12 horas de edad) obtenidos de un pie de cría, de acuerdo a Rodríguez y Peck (2007). Las plántulas utilizadas en el experimento se obtuvieron de la forma descrita para el caso de las ninfas y cada maceta también fue cubierta con una cámara cilíndrica de plástico transparente. Posteriormente, se colocó un macho y una hembra por cada maceta y se cubrió la parte superior de la cámara con malla antiáfidos, para evitar la salida de los adultos e ingreso de otros insectos. Diariamente se registró la mortalidad de

machos y hembras para determinar la longevidad media. Este experimento se organizó bajo un diseño completamente aleatorizado con 40 réplicas, según metodología de García *et al.* (2006).

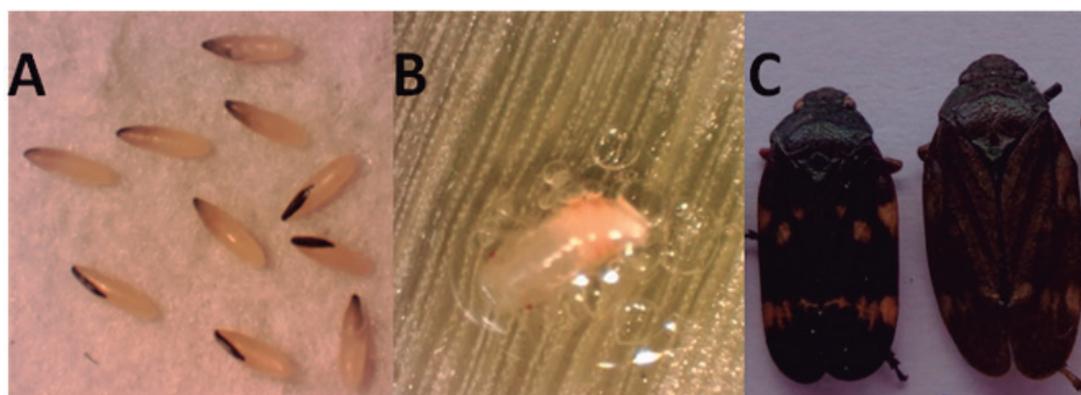
Para determinar la fecundidad de las hembras (número de huevos por hembra) se colocaron un macho y una hembra (<12 horas de edad) en el interior de cada placa Petri (100 x 15 mm) con papel de filtro humedecido con agua destilada estéril. En el ensayo se utilizaron 40 placas de Petri, con un total de 40 pares de adultos sexados (Rodríguez y Peck, 2006). Como alimento se suministró diariamente una hoja de caña de azúcar variedad POJ 93 de 8 cm, previamente lavada en agua destilada estéril. Cada día se contabilizó el número de hembras vivas y muertas. Al final del ciclo se contabilizó la cantidad de huevos puestos por cada hembra.

Con los datos de la duración del estado de huevo se graficó el porcentaje de eclosión. En el caso de los estados de ninfa y adulto se graficaron las curvas de supervivencia (lx). Donde: lx = supervivencia por edades (proporción del número de individuos que alcanza cada edad respecto al número inicial).

## Resultados y discusión

*Mahanarva andigena* durante su desarrollo transita por tres estados que son: huevo, ninfa y adulto (Figura 1). Al eclosionar los huevos y emerger las ninfas estas se desplazan al interior de los cogollos en grandes cantidades, donde se alimentan y permanecen los primeros instares, posteriormente descenden hasta las vainas foliares, donde establecen su sitio de alimentación y refugio hasta el estado adulto. Las hembras colocan sus huevos en la base de las vainas foliares viejas, dejándolos incrustados en el interior de éstas.

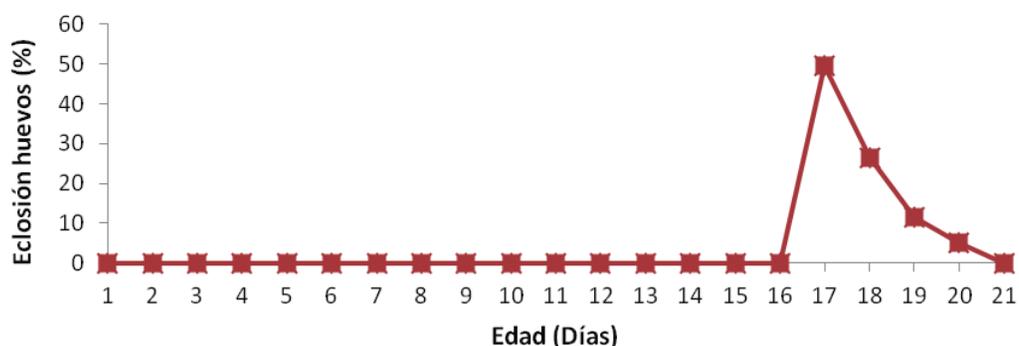
**Figura 1.** Estados del ciclo de vida de *M. andigena*. (A) Huevos, (B) Ninfa, (C) Adultos, vista dorsal: hembra (derecha) y macho (izquierda).



### Huevo

A los 17 días posteriores a la ovoposición se registró un 50% de eclosión de huevos. En los siguientes días la eclosión de huevos fue disminuyendo gradualmente (Figura 2).

**Figura 2.** Duración del estado de huevo de *M. andigena* bajo condiciones de invernadero, Puyo, Ecuador.



Los huevos de *M. andigena* mostraron una viabilidad media de 92,5% y un período embrionario de  $19 \pm 1,58$  días, a una temperatura de  $23 \pm 1$  oC y humedad relativa del 100%. Este resultado es superior a los 16,4 días, registrados para esta misma especie por Rodríguez y Peck (2007) en Colombia, a una temperatura de 27 oC y humedad relativa del 100%, quizás la temperatura más alta en este caso, pudo influir en la disminución del período embrionario.

Sin embargo, la duración del período embrionario para *M. andigena* es inferior a los  $21,0 \pm 1,15$  días registrados en *M. fimbriolata* por Grisoto et al. (2014), bajo condicio-

nes de temperatura de  $25 \pm 1$  °C y humedad relativa de  $70 \pm 10\%$ . También resulta ser muy inferior a los 36,4 días de duración en huevos de *M. indentata* (Chaves et al., 2014), bajo condiciones de temperatura de 25 oC y humedad relativa del 100%.

Según varios autores, entre ellos, Chaves et al. (2014), el rango de duración de los huevos hasta su eclosión para muchos salivazos es de 15 a 60 días, en condiciones apropiadas para el desarrollo embrionario.

En cuanto a la viabilidad de los huevos encontrada en el presente estudio, es inferior al  $94,8 \pm 1,27\%$  informado por Chaves et al. (2014) en *M. indentata*, pero es superior al

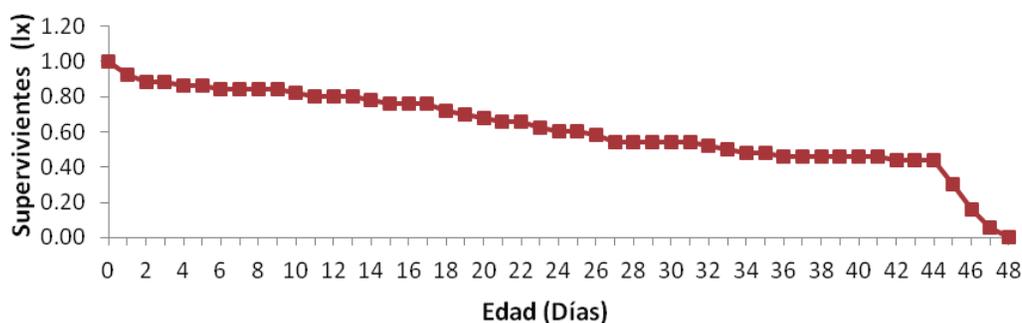
81% de viabilidad encontrado en huevos de *M. fimbriolata* por García et al. (2006).

### Ninfa

La duración del estado de ninfa fue de

$46,5 \pm 1,29$  días, con un rango de 45 a 48 días, bajo condiciones de temperatura de  $23,8 \pm 2,59$  °C, y humedad relativa de  $80,47 \pm 8,36\%$ . El 42% de la población inicial de ninfas llegó al estado de adulto (Figura 3).

**Figura 3.** Duración del estado de ninfa de *M. andigena* sobre plántulas de caña de azúcar, bajo condiciones de invernadero, Puyo, Ecuador.



El tiempo promedio total del estado de ninfa obtenido en este estudio para *M. andigena*, es ligeramente inferior a los 448,4 días reportado para esta especie en Colombia sobre pasto *Brachiaria ruziziensis* (Germain y Everard) por Rodríguez y Peck (2007), bajo condiciones de temperatura de 24 °C y humedad relativa de 88%. Sin embargo, es superior al rango de 35 a 38 días registrado en *M. fimbriolata* por García et al. (2011) sobre seis variedades de caña de azúcar, a una temperatura de  $25 \pm 1$  °C y humedad relativa de  $70 \pm 10\%$ , y significativamente inferior al período ninfal promedio de 62,6 días encontrado en *M. indentata* sobre plántulas de la variedad de caña de azúcar RB 867515, con una temperatura de  $26 \pm 2$  °C y humedad relativa de  $70 \pm 10\%$  (Chaves et al., 2014), y, a los 60 días de duración registrados para *M. bipars* (Gómez et al., 2007).

La supervivencia de 42% obtenido en ninfas de *M. andigena* se encuentra dentro del rango de 37,5 y 100% de supervivencia registrados anteriormente en ninfas de *M. spectabilis*, a una temperatura media de 29 °C y humedad relativa de  $70 \pm 10\%$  por Auad et al. (2007). Sin embargo, está por debajo

del rango de 50 a 78% de supervivencia encontrado en ninfas de *M. fimbriolata* sobre la variedad de caña SP80-1842 a una temperatura de  $25 \pm 1$  °C y humedad relativa de  $70 \pm 10\%$  (García, 2006).

Las diferencias en la duración del estado ninfal de varias especies de salivazo reportado por diferentes investigadores pueden estar relacionadas con la temperatura, la duración del día y con las especies de plantas ofrecidas como alimento para los insectos (Simoes et al., 2013). Al respecto, Aguilera et al. (1998) reportaron que el período ninfal de *Blattella germanica* (L.) fue menor en ninfas que se alimentaron con una dieta que contenía de 22 a 24 % de proteínas y se alargó de forma considerable en ninfas que han sido alimentados con alimento que no contiene proteínas.

### Adulto

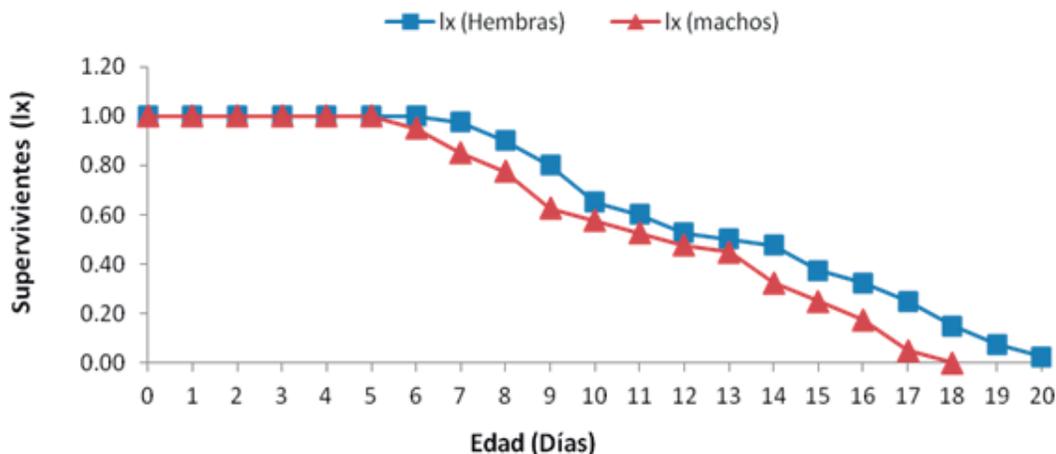
La duración total del estadio adulto fue de 18 (8-18) días para machos y 20 días (6-20) para hembras. Con disminución en la supervivencia a partir del sexto día (Figura 4).

El tiempo de duración registrado en el presente estudio para el adulto de *M. andige-*

na fue de 18 días para los machos y 20 días para las hembras, lo cual coincide con el estudio de Rodríguez y Peck (2007), que plantea que la duración del estado adulto es

de 18,3 días y de 25,6 días para hembras de esta misma especie, en condiciones muy similares de temperatura y humedad.

**Figura 4.** Duración del estado adulto de *M. andigena* sobre plántulas de caña de azúcar, bajo condiciones de invernadero, Puyo, Ecuador.



Con referencia a lo anterior, García *et al.* (2011) al estudiar la duración de machos y hembras de *M. fimbriolata* sobre siete variedades de caña de azúcar encontraron un amplio rango en longevidad media para machos (entre 11 y 38 días) y para las hembras (entre 12 y 51 días), a una temperatura de  $25 \pm 1$  °C y humedad relativa de  $70 \pm 10\%$ .

En otro estudio realizado por Grisoto *et al.* (2014) al describir la biología de *M. fimbriolata* en siete poáceas forrajeras, incluida la caña de azúcar, registraron una longevidad inferior a la de este estudio con un rango entre 6 y 16 días para machos, y entre 6 y 14 días para hembras, a una temperatura de  $25 \pm 1$  °C y humedad relativa de  $70 \pm 10\%$ . Además, estos autores señalaron que, en condiciones de campo, una reducción en la longevidad de los salivazos es importante, porque podría disminuir su período de oviposición, reduciendo consecuentemente, el crecimiento de la población del insecto en las próximas generaciones.

En cuanto a la fecundidad obtenida en condiciones de laboratorio, se obtuvo una fecundidad promedio de 77,10 huevos por hembra, con un rango de 21 a 129 huevos. Estos resultados son inferiores a los encontrados en *M. fimbriolata*, la que presentó una fecundidad de 342 huevos por hembra (García *et al.*, 2006). Para esta misma especie, Grisoto *et al.* (2014), encontró una fecundidad entre 21 y 187 huevos por hembra. Aunque, se trata de especies distintas, la considerable variación pudiera atribuirse, al hecho de que los experimentos se realizaron bajo condiciones diferentes, y, para tener comportamientos similares es importante mantener un control estricto de la temperatura, humedad relativa, fotoperiodo y la calidad del alimento proporcionado a los insectos García *et al.* (2006). La tasa de fertilidad y fecundidad de las hembras están directamente relacionadas con la calidad y cantidad de alimento que consumieron en el estado de ninfa (Garza y Barreto, 2011). Así también, Zachrisson, Polanco y Martínez

(2014) señalan que la calidad del alimento ingerido por los hemípteros influye en el desempeño biológico. De hecho, Ulhaq *et al.* (2006) indican que el azúcar es un componente muy importante en la dieta de los adultos y que produce efectos pronunciados en la producción de huevos.

En este estudio el ciclo de vida de *M. andigena*, presenta una duración de  $84,5 \pm 3,87$  días, lo que implica 4,5 generaciones al año.

La duración del ciclo de vida de *M. andigena* obtenida en el presente estudio es superior a los 75,5 días informado para esta especie en Colombia por Rodríguez y Peck (2007) y a los 60 días registrados en *M. fimbriolata* por García *et al.* (2006). Sin embargo, es inferior a los 99 días registrados en *M. indentata* por Chaves *et al.* (2014).

Estos resultados revelan una extensa duración del estado de ninfa, lo cual influye con la larga duración del ciclo de vida de *M. andigena*. Esto demuestra que existe una posibilidad de que ocurra una mayor presencia de esta plaga sobre el cultivo, ocasionando severos daños, que requiere de una atención más sistemática en la toma de decisiones para lograr un control efectivo de la misma.

## Conclusión

Bajo condiciones de invernadero de la provincia de Pastaza, Ecuador, el período embrionario de *M. andigena* fue de  $19 \pm 1,58$  días, el estado de ninfa de  $46,5 \pm 1,29$  días y el estado adulto de  $19 \pm 1$  día.

## Literatura citada

Aguilera, L., Marquetti, M., Fuentes, O., & Navarro, A. (1998). Efecto de 2 dietas sobre aspectos biológicos de *Blattella germanica* (Dictyoptera: Blattellidae) en condiciones de laboratorio. Revista Cubana de Medicina Tropical, 50(2), 143-9.

Auad, A. M., Simoes, A. D., Pereira, A., Furtado, A. L., Souza, F., Da Silva, F. J., Botelho, R. (2007). Seleção de genótipos de capim-elefante quanto à resistência à cigarrinha-das-pastagens. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 42(8), 1077-1081. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000800003>

Batista, D. R. (2007). Silício na produtividade e no controle da cigarrinha-das-raízes *Mahanarva fimbriolata* Stal em cana-de-açúcar. Tesis de Maestría. Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais, Brasil.

Chaves, V. D., Pimentel, G. V., Valverde, A. H., Silva, L. A., Barbosa, M. E., & Peternelli, L. A. (2014). Biology and preferred oviposition site of the *Mahanarva indentata* Froghopper (Hemiptera: Cercopidae) on sugarcane. *Florida Entomologist*, 97(1), 73-79.

GADPPz (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de la Provincia de Pastaza). (2007). Plan de Desarrollo Agropecuario Local PDAL provincial de Pastaza. Dirección de Desarrollo Sustentable. Pastaza, Ecuador, pp 1-152.

García, J. F. (2006). Bioecología y manejo da cigarrinha-das-raízes, *Mahanarva fimbriolata* (Stal, 1854) (Hemiptera: Cercopidae), em cana-de-açúcar. Tesis Doctoral. Universidade de São Paulo-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, Brasil.

García, J. F., Botelho, P. S., & Parra, J. R. (2006). Biology and fertility life table of *Mahanarva fimbriolata* (Stål) (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane. *Scientia Agricola*, 63(4), 317-320. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162006000400001>

García, J. F., Prado, S. S., Vendramim, J. D., & Botelho, P. S. (2011). Effect of sugarcane varieties on the development of *Mahanarva fimbriolata* (Hemiptera: Cercopidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 37(1), 16-20.

Garza, J., & Barreto, N. (2011). Fluctuación temporal de la Chinche de los pastos *Collaria scenica* (Stal, 1859) (Hemiptera: Heteroptera: Miridae) en la sabana de Bogotá. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 7(2), 166-179.

Gómez, L. A., Hincapié, L. A., & Marín, M. E. (2007). El salivazo de la caña de azúcar *Mahanarva bipars*. Cenicaña (Colombia), Serie divulgativa No. 10, pp 1-3.

Gómez, P., Mendoza, J., & Gualle, D. (2014). Biología, dinámica poblacional y enemigos naturales del salivazo, *Mahanarva trifissa* (Jacobi) (Hemiptera, Cercopidae), de la caña de azúcar. Guayaquil, Ecuador: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Ecuador. Carta Informativa no. 16 (1), pp 1-24.

Grisoto, E., Vendramim, J. D., Lourenção, A. L., Filho, J. A., & Dias, C. T. (2014). Biología de *Mahanarva fimbriolata* em gramíneas forrageiras. *Ciência Rural*, 44(6), 1043-1049.

Mendoza, J., Gualle, D., & Gómez, P. (2013). Plagas potenciales: una amenaza para el cultivo de la caña

- de azúcar en Ecuador. En Memorias del III Congreso de la Caña de Azúcar, sus Derivados y Bioenergía, realizado por la Asociación Ecuatoriana de Tecnólogos Azucareros, Guayaquil, Ecuador, pp 1-11.
- Mendoza, J., Mejía, K., & Gualle, D. (2004). El salivazo de la caña de azúcar, *Mahanarva andigena*. Guayaquil, Ecuador: Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Ecuador. Publicación técnica no. 4, pp 1-8.
- Mutton, M. J., Madaleno, L. L., Raveli, G. C., García, D. B., & Mutton, M. A. (2010). Spittlebugs injury on sugarcane increased sugar colour. *Proc Int Soc Sugar Cane Technol*, 27,1-4.
- Peck, D. C., Rodríguez, J., & Gómez, L. A. (2004). Identity and first record of the spittlebug *Mahanarva bipars* (Hemiptera: Auchenorrhyncha: Cercopidae) on sugarcane in Colombia. *Florida Entomologist*, 87(1), 82-84.
- Rodríguez, J. C., & Peck, D. C. (2006). Parámetros poblacionales de *Zulia carbonaria* (Hemiptera: Cercopidae) sobre *Brachiaria ruzizensis*. *Revista Colombiana de Entomología*, 32(2), 145-150.
- Rodríguez, J. C., & Peck, D. C. (2007). Biología y hábitos de *Mahanarva andigena* (Hemiptera: Cercopidae) en condiciones de casa de malla. *Revista Colombiana de Entomología*, 33(1),31-35.
- Simoës, A. D., Lima, E., Auad, A., Resende, T., & Leite, M. V. (2013). Development of the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* under varying photophase conditions. *Journal of Insect Science*,13(105),1-11.
- Ulhaq, M.M., A. Sattar, Z. Salihah, A. Farid, A. Usman & S.U.K. Khattak. (2006). Effect of different artificial diets on the biology of adult green lacewing (*Chrysoperla carnea* Stephens.). *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 28, 1-8.
- Zachrisson, Z., Polanco, P., & Martínez, O. (2014). Desempeño biológico y reproductivo de *Oebalus insularis* Stal (Hemiptera: Pentatomidae) en diferentes plantas hospedantes. *Revista de Protección Vegetal*, 29 (2),77-8.



Especialización productiva considerando elementos ambientales: Un análisis de caso para Loja-Ecuador.

Productive specialization considering environmental elements: A case analysis for Loja-Ecuador

Kevin M. Jiménez<sup>1</sup>, José V. Ordóñez Yaguache<sup>2</sup>, Wilman-Santiago Ochoa-Moreno<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Economía, Universidad Técnica Particular de Loja, Loja 11-01-608, Ecuador.

<sup>2</sup>Superintendencia de Ordenamiento Teritorial

\*Autor de correspondencia: ✉ [wsochoa@utpl.edu.ec](mailto:wsochoa@utpl.edu.ec) (W.S. Ochoa-Moreno)

## Resumen

El cambio climático tiene profundas implicaciones con la con la producción de alimentos y consecuentemente con la seguridad alimentaria. En este sentido la huella hídrica también afecta directamente a la producción. La dinámica territorial y los cambios globales requieren el impulso de sectores fuera de los tradicionalmente considerados por los tomadores de decisiones que incorporen consideraciones ambientales. A través de un análisis multicriterio y la utilización de criterios como pobreza, grupos vulnerables, empleo de calidad, rol de las mujeres, cambio climático y profesionales en ramas emergentes enfatizando criterios ambientales, (la huella hídrica) para se determinó las cadenas productivas priorizadas en la provincia de Loja. Los resultados muestran que la cadena de conocimiento e innovación, turismo, bio-conocimiento y café son una de las priorizadas, además la cadena de conocimiento destaca por su mayor aporte en términos ambientales, productivos y sociales es decir considerando el tema ambiental. Finalmente, la dinámica territorial y los cambios globales requieren el impulso de sectores fuera de los tradicionalmente considerados por los tomadores de decisiones que incorporen consideraciones ambientales.

**Palabras clave:** Cambio climático, multicriterio, huella hídrica, cadenas productivas.

## Abstract

Climate change has profound implications with the production of food and consequently with food security. In this sense, the water footprint also directly affects production. Territorial dynamics and global changes require the promotion of sectors outside of those traditionally considered by decision makers that incorporate environmental considerations. Through a multicriteria analysis and the use of criteria such as poverty, vulnerable groups, quality employment, role of women, climate change and professionals in emerging sectors emphasizing environmental criteria, (the water footprint) to determine the productive chains prioritized in the province of Loja. The results show that the chain of knowledge and innovation, tourism, bio-knowledge and coffee are one of the prioritized, in addition the chain of knowledge stands out for its greater contribution in environmental, productive and social terms, that is, considering the environmental issue. Finally, territorial dynamics and global changes require the promotion of sectors outside those traditionally considered by decision makers that incorporate environmental considerations.

**Keywords:** Climate change, multicriteria, water footprint, productive chains.



## **Introducción**

En diversos estudios relacionados con cambio climático se consideran los efectos sobre la soberanía y seguridad alimentaria (Garnett, 2014). También es importante considerar si elementos del ambiente influyen en los procesos de selección y especialización de las diferentes cadenas productivas, ya que la agricultura se ve influenciada por el clima y por lo tanto está sujeta a cambios y variabilidad (Hoekstra *et al.*, 2011).

Las condiciones ambientales afectan la productividad agrícola, ya que pueden influir en la vulnerabilidad e incluso la viabilidad agrícola. Sin embargo, la literatura sobre huella hídrica y producción es limitada (e.g. Ridoutt y Pfister, 2010; Scialabba y Muller, 2010, Garnett, 2014). Para entenderlo es necesario conocer que la huella hídrica es un indicador multidimensional que muestra los volúmenes de consumo de agua, según su origen, y los volúmenes de contaminación.

La Huella hídrica de un producto se define como el volumen de agua dulce consumido, directa e indirectamente, para producir, medidos a lo largo de la cadena de producción (Jiménez *et al.*, 2017). También es importante considerar algunos otros conceptos como el de la huella hídrica azul que se refiere al consumo de los recursos de aguas superficiales y subterráneas (riego). La huella hídrica verde se refiere al consumo de los recursos de agua de lluvia (precipitación). La huella hídrica gris se refiere a la contaminación y se define como el volumen de agua dulce que es necesario para asimilar la carga de contaminantes (fertilizantes) para el caso de la agricultura.

Por otra parte, está la cadena de producción que hace referencia a un producto o un grupo de productos conjuntos o ligados por el uso. La cadena identificada permite localizar las empresas, las instituciones, las operaciones, las dimensiones y capacidades de negociación, las tecnologías y las relaciones de producción, el papel de los volúmenes y las

relaciones de poder en la determinación de los precios, etc."(Malassis, 1992).

La competencia por el agua también se produce entre los sectores económicos, por ejemplo, en España, el valor añadido al agua por el turismo puede ser 60 veces mayor que en el sector agrícola (Auernheimer y Gonzalez, 2002, citado en la baja y Taylor, 2007), poniendo el turismo en condiciones de competir con la agricultura por el agua. Eurostat (2009: 9) informa que, en la temporada alta de verano del Mediterráneo, los conflictos de uso existen entre la agricultura, la producción de energía hidroeléctrica y consumo de los hogares, teniendo las instalaciones turísticas a veces prioridad en el suministro de agua.

Según la Water Footprint Network (WFN), en Ecuador la huella hídrica por habitante es de 3.795 litros/ día por habitante, fundamentalmente interna, por lo que resulta importante analizar las consideraciones sobre del cambio climático en formulación de planes locales y proyectos. La presente propuesta busca establecer lineamientos, para la definición y gestión socioambiental de proyectos, en base a la aplicación de una metodología multicriterio, considerando factores ambientales para la selección de cadenas productivas. Para esto el objetivo es desarrollar un diagnóstico territorial actualizado de la problemática y potencialidades productivas de la provincia de Loja enfatizando en criterios ambientales, como la huella hídrica para determinar las cadenas productivas priorizadas en la provincia de Loja.

El presente documento empieza con los elementos conceptuales que se intentarán enlazar, un primer esbozo de cadenas productivas y una síntesis de los resultados obtenidos, luego se presentan los objetivos de la investigación, así como la metodología utilizada, enfatizando el análisis multicriterio para la selección de cadenas productivas, así como, la metodología prospectiva que permite plantearse escenarios de largo plazo

para la especialización del territorio. Así mismo, se analiza la situación del estado del arte en cuanto a cadenas productivas, especialización del territorio y huella hídrica. Se presenta también la situación actual de las distintas cadenas productivas, en breves trazos se presenta un sucinto resumen sobre el maíz, café, ganadería, turismo, arroz, software, caña de azúcar y plantas medicinales. Posteriormente, se efectúa el análisis de multicriterio, considerando entre los criterios de selección la Huella Hídrica. Finalmente se presentan las principales conclusiones del estudio.

### Metodología

El análisis multicriterio se utilizó para facilitar la comparación de alternativas para la toma de decisiones dada la necesidad de un análisis multidimensional y que consideren cierto grado de incertidumbre (Vallejo *et al.*, 2011). Para esto primero se desarrolló la formulación del problema y planteamiento

del objetivo general, luego se identificaron las alternativas y los criterios de evaluación, se evaluaron las alternativas en los criterios y finalmente con el análisis multicriterio seleccionado (el método MULTIPOL) (Tabla 1).

### Iniciativas

Las iniciativas a evaluar corresponden a las cadenas productivas seleccionadas por el Gobierno Provincial en el plan de desarrollo (2013), que se presentan a continuación:

**Cadenas priorizadas de Loja:** café, maíz, Turismo, ganadería de leche y carne.

**Potenciales:** Minería, caña de azúcar, biodiversidad, aromáticas, conocimiento e innovación

### Políticas

Se consideran los ejes definidos en la elaboración del Plan de Desarrollo y Ordenamiento de la provincia (Gobierno Provincial de Loja, 2013):

- Cierre de brechas (social)
- Productivo (prod)
- Ambiental (Amb)

**Tabla 1.** Lista de criterios utilizados en base al estudio Jiménez, Correa y Zarate (2017):

Criterio	Detalle
Pobreza	• La pobreza en la provincia disminuye drásticamente (independiente de su forma de medición), en mayor magnitud que los establecido en los ODS, Loja se constituye en un referente nacional en la lucha contra la pobreza
Grupos vulnerables	• Los grupos vulnerables han sido atendidos prioritariamente generando una inclusión efectiva
Empleo de calidad	• El desarrollo de la provincia se ha traducido en una mejora significativa del empleo de calidad.
Rol activo de las mujeres	• Las mujeres tienen un rol activo y determinante en la sociedad lojana
Cambio climático	• Loja es un ejemplo en adaptación al cambio climático, considerando elementos como la Huella Ecológica y, además cuenta con programas y cultura ciudadana para enfrentar desastres naturales
Profesionales en ramas emergentes	• Loja es referente en el país con profesionales en ramas emergentes de la 4 revolución industrial.

## Escenarios

Se toman como referencia los escenarios definidos en el estudio prospectivo de Jiménez, Correa & Zárate (2017). Al identificar las imágenes de futuro, considerando en este caso 6 hipótesis, a 2<sup>6</sup>, se obtienen 64 escenarios posibles. El escenario de mayor probabilidad tiene que ver con el NO cumplimiento de las hipótesis planteadas a las variables más importantes del sistema, lo que hace imperativo realizar esfuerzos de política pública, articulados a iniciativas privadas, para alcanzar otra alternativa.

Sin embargo, los escenarios más probables son:

- No pasa nada, no se cumplen las mejoras necesarias en el sistema.
- Se reduce pobreza, se genera empleo de calidad y se mejora capital humano.
- Se cumplen todas las mejoras definidas en el sistema: se reduce pobreza, se atiende a grupos vulnerables, se genera empleo de calidad, hay igualdad de oportunidades para las mujeres; la provincia se ha adaptado al cambio climático; y se cuenta con capital humano.

## Estado del arte

### Cadenas productivas

Se entiende como cadena productiva a toda la gama de actividades que suponen el diseño, la fabricación y la comercialización de un producto (Castellanos, 2001). Se define también como un "Conjunto de agentes económicos que participan directamente en la producción, transformación y en el traslado hasta el mercado de realización de un mismo producto agropecuario" (Duruflé, Fabre y Young. Traducido por IICA).

Una cadena productiva facilita la vinculación operativa y administrativa de los distintos protagonistas. Permite además relacionar y conectar entre sí a los agentes que intervienen en cada etapa para que no trabajen aisladamente. Hay por supuesto, contados casos de importante mejora en la presentación, de

procesos de industrialización y comercialización en la provincia; sin embargo, el Plan de Desarrollo Provincial, demuestran una insistente priorización de cadenas tradicionales como el maíz, ganadería, caña de azúcar entre otros, los que tienen la misma lógica de producción primaria que no considera elementos ambientales, por lo que a partir de este estudio se propone analizar las cadenas definidas como prioritaria y potenciales por el Gobierno Provincial de Loja (2013) enfatizando los componentes ambientales.

### Análisis Multicriterio

Para efectos de esta propuesta, se considera al análisis multicriterio como una herramienta que facilita la comparación de alternativas para tomar decisiones complejas que requieren un análisis multidimensional, frecuentemente empleando distintas escalas de medición, y un conocimiento del problema afectado por cierto grado de incertidumbre (Vallejo, et al., 2011). El Análisis Multicriterial posibilita la participación de los actores involucrados en un problema mediante la elección de los criterios de evaluación en un marco de amplia participación social (Falconí y Burbano, 2004).

La modelación multicriterio se ha utilizado en numerosos estudios de resolución de conflictos ambientales (Malczewski, 1999; Rezaeioghaddam y Karami, 2008; Tran et al., 2004), debido a que estas técnicas permiten integrar de manera sistemática y rigurosa información de cualquier tipo tangible e intangible, dado que los algoritmos en los que se basa la modelación multicriterio hacen posible considerar en forma participativa y fundamentada cada uno de los factores, procesos y alternativas que son relevantes para alcanzar la meta definida (Galicia, 2009).

Jiménez et al., (2017) consideran varias cadenas productivas actuales y potenciales de Loja, considerando el impacto en el

empleo, rentabilidad, número de establecimientos económicos, el mercado y la huella hídrica, para el análisis multicriterio utilizando el software NADIE y determinan que las cadenas con mayor jerarquía son: Bioconocimiento, Turismo, Software y Café.

### **Huella Hídrica**

La producción de alimentos requiere de cantidades considerables de agua. La UNESCO (2009) informa, por ejemplo, que esta relación depende del clima local, las variedades de cosechas y las prácticas agrícolas. Se necesitan entre 400 y 2.000 L de agua para producir 1 kg de trigo o de 1.000 a 20.000 litros de agua para producir un kilo de carne, dependiendo del animal, piensos y de gestión. Con base en estas cifras, se estima que los requerimientos diarios de agua para apoyar las dietas humanas varían de 2.000 a 5.000 litros de agua por persona por día, con una estimación de 1 litro de agua por 1 Kcal de alimento. En el contexto del turismo es importante el hecho de que los visitantes pueden consumir una mayor proporción de alimentos de orden superior, ricos en proteínas, con huella hídrica mayor, al tiempo que requiere energía adicional para transportarlo por aire a grandes distancias, por ejemplo, en el caso de las islas pequeñas (Göbbling *et al.*, 2010). Una vacación de 14 días puede implicar el uso de agua para la alimentación superior a 70 m<sup>3</sup> de agua.

A nivel mundial el consumo de productos agrícolas contribuye con el 92% de la huella hídrica total; 5% corresponde a bienes industriales y el 4% a uso doméstico. Según la Water Footprint Network (WFN), en Ecuador la huella hídrica por habitante es de 5.500 litros por día.

### **Análisis del entorno**

La actividad económica en Ecuador creció desde el año 2007 hasta el año 2016, a un promedio de 3,34% anual (Rueda, 2017),

este crecimiento se da principalmente debido al superávit de la balanza comercial petrolera que fue sustentado mientras la balanza comercial no petrolera se ha venido manteniendo deficitaria (Reyes, 2017).

Las políticas activas de redistribución del ingreso e inversión pública en las capacidades de los ecuatorianos y en la infraestructura, energía y servicios básicos, se han traducido en mayor calidad de vida de la población, ha bajado la pobreza, la desigualdad y el desempleo. Sin embargo, persisten problemas en el orden estructural, que tienen que ver con la especialización productiva primario-exportadora, que produce y reproduce la desigualdad.

En el segundo trimestre de junio de 2017, una de las ramas de actividad con mayor participación en el empleo adecuado/pleno nacional fue la agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca (11.0%)

En este sentido, el desarrollo de una agroindustria que aproveche la gran biodiversidad, que innove y mejore la productividad, que empodere a los productores del campo y preserve esa gran riqueza natural renovable que tiene el país, favorecerá varios objetivos a la vez: la soberanía alimentaria, la mejora de la balanza comercial, el empleo, la mejora de las condiciones de vida de la población del campo y de los pequeños productores.

### **Elementos de las cadenas productivas.**

Algunas de las cadenas productivas que potencialmente se pueden desarrollar en la provincia de Loja, se detallan a continuación.

### **Cadena de Maíz.**

Ecuador tiene una gran variedad de maíz que se adapta a diferentes niveles de suelos y ecosistemas, de acuerdo con la clasificación oficial existen alrededor de 25 variedades de maíz ecuatoriano. Según el CIMMYT1 el 18% de maíz proviene de Ecuador, caracterizándolo como el tercer país en diversidad de

cultivo (Carofilis y Pizarro, 2014)

Siendo la agricultura el mayor componente del PIB del Ecuador (17.5%); y la Cadena del Maíz representa el 3% del PIB agrícola, es el único cultivo con cobertura nacional que cubre una superficie de siembra aproximada de 500 mil hectáreas, de las cuales, la mitad es maíz amarillo duro cristalino, base de la cadena del maíz, que en su gran mayoría se siembra en el litoral ecuatoriano; mien-

tras que el otro 50% es maíz de altura, de subsistencia para un alto número de pequeños agricultores, caracterizados por un bajo ingreso económico y que constituye además la base de la dieta de la población rural andina (Carofilis y Pizarro, 2014).

En cuanto a rendimiento, las distintas variedades de maíz en el Ecuador, presentan los rendimientos que se describen en la tabla a continuación (Tabla 1).

**Tabla 1.** Rendimiento de las distintas variedades de Maíz en Ecuador

Producto	Rendimientos(t/ha)				
	2013	2014*	2015*	Var <sup>2</sup>	Var <sup>3</sup>
Maíz Duro Choclo(en choclo)	0.66	0.69	0.61	● -11.7%	-8,5%
Maíz Duro Seco(grano seco) <sup>1</sup>	4.42	5.05	5.72	● 13.3%	● 29.5%
Maíz Suave Choclo (en choclo)	1.42	1,27	1.25	-1.5%	3.6%
Maíz Suave Seco (grano seco)	0.54	0.55	0.56	1.2%	4.6%

**Fuente:** ESPAC-INEC

<sup>1</sup>Rendimientos justados en base a exportaciones, producción y rendimientos de diversas fuentes (BCE, FEDAPALM, MAGAP)

<sup>2</sup>Variación del 2015 con respecto a 2014

<sup>3</sup>Variación del 2015 con respecto a 2013

\*Proyecciones

En cuanto a provincias, en el año 2013 el ese entonces MAGAP determinó que la provincia de Los Ríos fue la de mayor producción, en cuanto al área sembrada 133.876 ha. 132.046 ha. cosechadas, 723.235 Tm de producción, ocupa el 51% a nivel nacional, Loja con 47.077 ha. sembradas, 40.879 ha cosechadas, 126.510 Tm de producción, ocupa el 9% a nivel nacional.

El costo para producir una hectárea de maíz, en la provincia de Loja considerando el año 2013 como referencia, fue de USD 1.487. El maíz duro seco, de mayor porcentaje de área sembrada (37,94%), es el más importante en los cantones Pindal y Celica, y de mayor distribución, sembrada en superficies menores, en Puyango y Zapotillo.

El promedio nacional de la huella hídrica (HH) en el cultivo de maíz, estimado para 2010, está en 2.572 m<sup>3</sup>/ton de HH, su HH verde es mayor con 1.250m<sup>3</sup>/ton seguido de la HH azul con 964 m<sup>3</sup>/ton y 359 m<sup>3</sup>/ton de

HH gris, significa que usa más el agua de las precipitaciones que del riego. En Loja, para el mismo año, se registró una HH de 1.781, siendo la HH verde la mayor con 1.121 m<sup>3</sup>/Tm, le sigue la HH gris con 356 m<sup>3</sup>/Tm y finalmente la HH azul con 304 m<sup>3</sup>/Tm (Rueda, 2017). La resiliencia del cultivo es baja, debido a que se utiliza principalmente el sistema de monocultivo en la siembra. (Jiménez *et al.*, 2017).

### Cadena de Café

En el Ecuador el sector cafetalero se encuentra en manos de pequeños y medianos productores en varias provincias del país, localizadas principalmente en la Región Litoral (ANECAFE, 2015). El cultivo de café se encuentra dentro de las principales actividades agrícolas que se realizan en el país, está ubicado entre los diez cultivos con mayor superficie (2012), el rendimiento de café en grano seco refleja el nivel de produc-

tividad de las dos variedades que se siembran en el país, arábigo y robusta (Andrade, 2017).

En la provincia de Loja, el café se cultiva en el occidente seco de Loja en un “cinturón” de altura relativamente más húmedo, con muy buenas condiciones naturales para la producción (Ospina *et al.*, 2011), según Encuesta de Superficie y Producción Agro-Pecuaria Continua (ESPAC), el rendimiento de la producción de café en la provincia de Loja como cultivo solo es de 0,116 tm/ha; y, asociado es de 0,12 tm/ha, volumen inferior al promedio registrado a nivel nacional. El café es el cultivo que sigue en importancia al maíz, alcanza el 14,44%, con plantaciones establecidas en todos los cantones, excepto Zapotillo.

El proceso de comercialización del café de la provincia la lidera la Federación Regional de Asociaciones de Pequeños Cafetaleros Ecológicos del Sur (FAPECAFES), es una organización de derecho privado con patrimonio propio y sin fines de lucro, está conformada por varias asociaciones. Estas asociaciones en la actualidad agrupan aproximadamente a 2.020 productores de café, abarcando una superficie cercana a 24.000 hectáreas, la producción de café promedio anual por asociación está alrededor de los 13.000 quintales.

Según Jiménez *et al.*, (2017) el promedio nacional de la huella hídrica (HH), en el cultivo de café durante el año 2010, está entre los 18.273 m<sup>3</sup>/ton de HH, su HH verde es mayor con 11.001 m<sup>3</sup>/ton seguido de la HH azul con 7.147 m<sup>3</sup>/ton y 107 m<sup>3</sup>/ton de HH gris, significa que usa más el agua de las precipitaciones que del riego. La HH en la provincia de Loja en el año 2010 fue de 27.730 m<sup>3</sup>/ Tm, siendo mayor la HH verde con 18.44 m<sup>3</sup>/Tm, seguido por la HH azul con 9.116 m<sup>3</sup>/Tm y una HH gris de 174 m<sup>3</sup>/Tm. La resiliencia de este cultivo es alta, debido a la asociación del cultivo con especies forestales y frutales.

## **Ganadería**

Las zonas lecheras de Ecuador, se ubican geográficamente en diferentes zonas agroclimáticas con características productivas y comerciales específicas principalmente de la costa y la sierra, en las provincias de la costa el promedio de leche está entre 3,1 y 3,7 l/vaca/día mientras que en las provincias de la sierra el promedio está entre 7,9 y 8,6 l/vaca/día, dando un promedio nacional de 5,9 l/vaca/día superior al 4,4 l/vaca/día reportado en el censo del 2001. (Bonifaz y Requelme, 2011).

En la provincia de Loja la producción se concentra en cantones como Loja, Saraguro, Gonzanamá, Calvas, Espíndola, Paltas, Celica principalmente, la raza criolla está en todos los cantones, las razas mejoradas están localizadas en sitios específicos: mestiza con registro, se encuentra únicamente en los cantones Celica y Loja; pura sangre de carne, en Loja y Gonzanamá; pura sangre de leche, en Loja; y, pura sangre doble propósito, en Paltas y Loja.

La productividad de leche de la provincia de Loja es relativamente baja, la cual llega a 3,38 lt/vaca. Las principales limitaciones de la ganadería se relacionan con: falta de incentivos estatales, métodos de manejo de ganado y silvo pastoril, crédito y una incipiente estructura organizativa. (Jiménez *et al.*, 2017).

## **Caña de Azúcar.**

En el Ecuador la caña de azúcar se ve influenciada por las condiciones climáticas que se presenten durante el año agrícola (Silva *et al.*, 2014), es así que, en estudios realizados bajo condiciones de temperatura variables entre 16,6 a 35,9° C, 1806 y 1632 mm de precipitación pluvial, exceso hídrico medio de 689 mm, déficit hídrico 665 mm, variables con las cuales la productividad media fue de 86,8 y 75,2 toneladas por hectárea, la temperatura del aire no fue una limitante para el crecimiento de la planta; las

variedades con mayor productividad fueron RB93509, la RB92579 y la RB863129 (Castro-Armijos *et al.*, 2017).

En la provincia de Loja, la caña de azúcar es el cultivo permanente de mayor producción con (62,58%); la caña de azúcar para otros usos está presente en todos los cantones, excepto en Zapotillo. La caña de azúcar para producción de azúcar se siembra en las zonas de transición de los cantones Catamayo (95%, parroquia urbana La Toma), y Loja (5%, parroquias rurales Malacatos, El Ingenio y Vilcabamba).

En cuanto a la producción de caña de azúcar, Catamayo se caracteriza por extensas hectáreas de sembrío que es la materia prima más importante de la industria azucarera del cantón. La producción cosechada en 2013 fue de 137.265 toneladas y su rendimiento fue de 16.72 t/ha. El aporte de la producción de Loja hacia la región Sierra es de 39,5% y a nivel nacional es de 7,96%.

El promedio nacional de la huella hídrica (HH) durante el año 2010, está entre los 94 m<sup>3</sup>/ton de HH, su HH azul es mayor con 38 m<sup>3</sup>/ton seguido de la HH verde con 36 m<sup>3</sup>/ton y 20 m<sup>3</sup>/ton de HH gris, significa que usa más el agua de las precipitaciones que del riego (Jiménez *et al.*, 2017). En la provincia de Loja alcanzo los 256 m<sup>3</sup>/Tm, siendo la HH verde la mayor con 131 m<sup>3</sup>/Tm, le sigue la HH azul con 97 m<sup>3</sup>/Tm y finalmente la HH gris con 27 m<sup>3</sup>/Tm. La resiliencia es baja debido al sistema de monocultivo en que se produce. (Jiménez *et al.*, 2017).

## **Turismo**

Según el Ministerio de Turismo, Ecuador es un país de contrastes, se encuentra categorizado entre los 17 países más biodiversos del mundo. El país está atravesado por los hotspots Chocó de Darién y Andes Tropical, (MRNR, 2018) considerados como los de mayor diversidad endémica tanto de flora como de fauna alrededor del mundo, además

se debe considerar los siguientes datos tomados del Ministerio de Turismo de Ecuador.

De acuerdo con Patzelt (2004). Ecuador posee tres áreas protegidas declaradas como Patrimonio Natural de la Humanidad, (Parque Nacional y Reserva Marina Galápagos y el Parque Nacional Sangay), el segundo país del mundo en diversidad de vertebrados, endémicos (41 especies), el tercer país en diversidad de anfibios (513 especies), el cuarto país en especies de aves (1.640 especies de aves, 37 son endémicas, en 107 Áreas Importantes para la Conservación de las Aves IBAs), el quinto país en especies de mariposa papilionidas (69 especies, de las cuales 3 son endémicas), el octavo país en especies de reptiles (396 especies), el décimo sexto país en diversidad de mamíferos (369 especies, de las cuales 21 son endémicas).

El país comprende el 8% de los mamíferos en el ámbito mundial, alberga el 10% de plantas del mundo, contiene el 10,7% de los animales vertebrados del planeta, 35 % de todas las especies de colibríes, 18% de especies de orquídeas en el mundo, en proporción a su territorio, Ecuador es el país más diverso del mundo, y con mayor cantidad de flora y fauna por kilómetro cuadrado, sin olvidar a las nacionalidades y pueblos que habitan en el mismo (Caiza y Molina, 2012)

Existen zonas que han sido consideradas como reserva de biosfera, Bosques de Paz, 2017. Reserva de biosfera transfronterizo (Ecuador/Perú) (incluye el ex Reserva de biosfera Bosque Seco, 2014) (UNESCO, 2009).

Además, destaca el territorio de nacionalidades Saraguro, indígenas mitimaes traídos por los incas, y centros de cultura religiosa y turística, como El Cisne y Vilcabamba. (Jiménez *et al.*, 2017)

## **Bio-conocimiento**

Según Santos, (2003) más del 90% de la diversidad biológica que subsiste en el planeta se encuentra en las regiones tropica-

les y subtropicales de África, Asia y América del Sur, a esto hay que sumar el conocimiento que proviene de saberes indígenas, de las especies vegetales del mundo, más de dos tercios son originales de los países periféricos y semiperiféricos.

Más de 7.000 compuestos medicinales utilizados por la medicina occidental son derivados del conocimiento de las plantas, con lo que se puede concluir que a lo largo del último siglo las comunidades han contribuido significativamente a la agricultura industrial, a la industria farmacéutica y a la industria biotecnológica (Suárez, 2012). Las multinacionales farmacéuticas, alimenticias y biotecnológicas se han apropiado de los conocimientos de pueblos y nacionalidades con una inexistente o mínima contrapartida, procesando luego estas sustancias y patentando los procesos y al mismo tiempo los productos que a partir de ellas lanzan al mercado» (Santos, 2003).

El neodependentismo se da principalmente por la colonización del saber y el conocimiento. En el marco de la integración regional es fundamental edificar espacios de diálogo para producir y generar conocimientos relacionados con problemáticas de nuestros países, para entrar a disputar incluso la forma epistemológica de construir dichos conocimientos (Suárez, 2012).

En la provincia de Loja, un ejemplo de modelo basado en bio-conocimiento se registra en el cantón Zapotillo, en la empresa comunitaria “Bolívar Tello Cano”, quien recibió un reconocimiento por parte del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, por la utilización del “Palo Santo” en la elaboración de varios productos. El proyecto nació en 2007, a partir de una investigación de la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), cuyo propósito fue obtener aceite esencial del fruto del árbol de palo santo, y no del tronco, reduciendo el impacto hacia el bosque por la tala de árboles. En la actualidad, el producto se cosecha

y se transporta hasta la capital provincial, donde se lo procesa en los laboratorios de la UTPL, extrayendo el aceite esencial que posteriormente se utilizar para por ejemplo la elaboración de perfumes (UTPL, 2010)

El sur del Ecuador (Provincias de Zamora Chinchipe, Loja y El Oro), tiene un área de 27113 km<sup>2</sup> lo que representa casi el 10% del área nacional. Esta zona es una de las que cuenta mayor diversidad y endemismo en el país. Incluye casi todos los ecosistemas nacionales: áreas costero – marinas, islas, manglares, bosque seco, bosque nublado de pacífico, bosque lluvioso, pantanos, bosques amazónicos, mesetas de arenisca (Cordillera del Condor) y una herencia cultural tradicional y ancestral.

Según Jiménez *et al.* (2017) de 5,172 especies útiles de plantas, 60% lo son en medicina, 55% se usan como materiales de construcción, 30% en alimentación y 20% en prácticas rituales, que incluyen ritos religiosos de origen precristiano y aplicaciones mágicas. En una encuesta etnobotánica de 2002 – 2003 en Loja y Zamora – Chinchipe se reportan 275 especies medicinales con 68 usos terapéuticos distintos.

### **Plantas Aromáticas**

Entre las especies vegetales que se expenden en los Andes ecuatorianos y las especies silvestres suman 432 medicinales, siendo 92 compartidas entre las de mercado y las silvestres. (Martínez, 2006). Estudios adicionales llevados a cabo en la sierra sobre grupos taxonómicos específicos dentro de esta categoría son Abdo *et al.* (1995), quienes realizaron el análisis fitoquímico de las Asteraceae con propiedades medicinales registradas en la provincia de Chimborazo y en literatura; y Padilla (2003) sobre usos medicinales de las asteráceas andinas. Otra contribución al conocimiento etnobotánico en esta categoría es la recopilación de las especies vegetales con uso medicinal que se expenden en mercados de distintas ciudades de la

serranía ecuatoriana, como Guaranda (Cerón y Gaybor 1994), Riobamba (Cerón y Montalvo 1994), Ibarra (Cerón y Reina 1996) y Cuenca (Montalvo y Cerón, 2003). El número de especies medicinales registrado en estos mercados varía de 79 en Guaranda a 175 en Riobamba (Martínez, 2006).

Según Tene *et al.* (2007) se estableció que existe un total de 275 especies de plantas utilizadas en medicina tradicional, que son empleadas en 68 diferentes usos terapéuticos, como para dolencias estomacales, problemas renales, infecciones en general, resfríos, problemas hepáticos, reumatismo, dolores de cabeza, fiebre, entre otros. Por ejemplo: Según el conocimiento tradicional citado en el mismo estudio, diversas especies de cascarilla (*Cinchona spp.*), el condurango (*Marsdenia condurango*) y la guayusa (*Ilex guayusa*) son usadas para el dolor de estómago, la fiebre, malria, y micosis.

El mortiño se usa para un gran número de enfermedades, como la inflamación, dolor de cabeza, dolor de estómago, afecciones hepáticas, hematomas, dermatitis, fiebre, influenza, entre otras, lo que concuerda con los usos reportados en otras regiones de América del Sur y Centro América además las flores y las hojas de la violeta son usadas para elaborar preparados que se usan en casos de bronquitis, dolores de estómago, fiebre, gripe, neumonía y tos, lo que concuerda con diferentes autores que han reportado su uso en Italia y Bulgaria para tratar la tos, así como expectorante en el Caribe. (Jiménez *et al.*, 2017)

### **Minería**

Según el Plan de Desarrollo Minero (2011) Ecuador dispone de un potencial catalogado como recursos mineros, desde inferidos a medidos, de: 36.9 millones de onzas de oro, 72.4 millones de onzas de plata, 8.1 millones de toneladas de cobre metálico, 28.471 toneladas métricas de plomo y 209.649 toneladas métricas de zinc. Esta riqueza en mineras se

debe a su configuración geotectónica y metalogénica, que determina contar con un potencial importante de recursos metálicos, no metálicos, materiales de construcción, aguas termales y minerales; que, distribuidos en distintos lugares del territorio, son considerados como recursos estratégicos para el estado (Cueva y Eleyda, 2014).

En la provincia de Loja sin embargo la minería con potencial más bien puede ser la no metálica ya que se explota yeso en 22 áreas mineras, localizadas en la cuenca sedimentaria de origen lacustre en Malacatos y en la zona costanera, además en 2004, la producción de yeso decreció a niveles de 232 Ton. En el área de Bramaderos, localizada al sur occidente de la provincia de Loja, el yeso se encuentra cubriendo a las andesitas de la Formación cretácica Celica. Lapotencia del manto residual de yeso tiene de 1 a 5 m y las reservas posibles se estiman en 3 000 000 Ton. (Aguilar, 2016).

En Ecuador se explotan arcillas dentro de 75 áreas y la mayor concentración de áreas se localiza en la región Austral en las cuencas intramontañosas de Cuenca Biblián San Fernando y Loja Malacatos Catamayo. Estas arcillas están relacionadas a cuencas sedimentarias lacustres del Mioceno. El cantón Saraguro. Abarca 400 has y geológicamente corresponde a las rocas de la Fm. Saraguro. Las vetas de Mármol están enmarcadas dentro de riolitas, tobas y piroclastos. Presenta un total de 7 896 Ton, siendo únicamente 3000 Ton explotables. La explotación de Yeso, que se da en (Malacatos y Bramaderos) y satisface, parcialmente, los requerimientos de la industria del cemento y parte de la construcción (Aguilar, 2016).

### **Conocimiento e innovación**

En el plan de desarrollo provincial se reconoce esta como una cadena potencial. Sin embargo, no analiza la problemática como conglomerado del conocimiento. A continuación, se destacan algunos elementos relacio-

nados con esta temática:

Según datos del Observatorio Económico Regional, Universidad de Cuenca, febrero 2016, que consideran la tasa Global de Pérdida en Formación de Capital Humano como la pérdida global en la Formación de Capital Humano tomando un único diferencial relativo entre la asistencia en el primer nivel de formación y el último. Aquellas provincias que pierden, según el Censo 2010, como sistema, menos población en sus procesos de formación son: Azuay, Loja, Pichincha y Chimborazo.

Así mismo, las provincias con mejores oportunidades para los graduados universitarios son: Azuay, Pichincha, Loja, y Guayas. En contraste, donde se evidencian más dificultades: Zamora Chinchipe, Los Ríos y Bolívar. El retorno de Educación Superior en Loja supera al 5%. Con la explotación minera se podría esperar un escenario de altos retornos de ES, considerado la conformación de conglomerados alrededor de la explotación minera y las instituciones de educación superior.

La Universidad Técnica Particular de Loja se mantiene en 2015 entre las Universidades que lideran la publicación de artículos científicos en revistas indexadas en Scopus. En los 3 últimos años, la UTPL ha estado entre las

tres Universidades líderes en divulgación científica en Ecuador. En el periodo abril-agosto 2016, la UTPL tiene 35.440 estudiantes, el 17% corresponde a la modalidad presencial y 83% a la abierta. Las provincias que concentran mayor población estudiantil a distancia son: Pichincha (31%), Loja (19%), Guayas (9%), Azuay (6%) y El Oro (6%).

## **Resultados y Discusión**

### ***Análisis Multicriterio.***

Para este análisis los elementos ambientales tienen el doble de ponderación que el resto de criterios utilizados para el proceso. Lo que se analiza es si las cadenas productivas se alinean a las variables consideradas sistémicas en el estudio prospectivo desarrollado por Jiménez, Correa & Zárate (2017), que encontraron que aquellas más importantes son: pobreza; grupos vulnerables, empleo de calidad, género, adaptación al cambio climático y capital humano.

Además, es importante mencionar que se consideraron las cadenas productivas ya seleccionadas por el Gobierno Provincial de Loja (2013) A partir de las calificaciones promediadas de los expertos se llegó a determinar la siguiente matriz utilizando el programa MULTIPOL (Tabla 2).

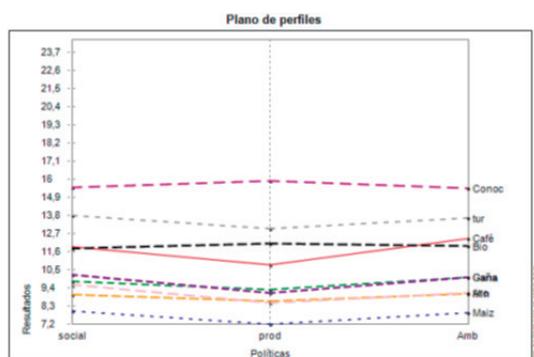
**Tabla 2.** Calificación de Expertos

Cadenas / políticas	Social	prod	Amb	Moy.	Ec. Ty	Número
9 : Conocimiento	15,5	15,9	15,4	15,6	0,2	1
3 : Turismo	13,8	13	13,6	13,5	0,3	2
7 : Bio-conocimiento	11,8	12,1	11,9	11,9	0,1	3
1 : Café	11,9	10,8	12,4	11,7	0,7	4
6 : Caña de azúcar	10,2	9,1	10,1	9,8	0,5	5
4 : Ganadería	9,8	9,3	10,1	9,7	0,3	6
8 : Aromáticas	9,6	8,5	9,1	9,1	0,4	7
5 : Minería	9	8,6	9,1	8,9	0,2	8
2 : Maíz	8	7,2	7,9	7,7	0,4	9

Las más importantes según la valoración más alta son: conocimiento e innovación; turismo; bio-conocimiento; y, café.

Como se puede observar en Figura 1, la cadena de conocimiento destaca por su mayor aporte en términos ambientales, productivos y sociales; seguida por la cadena de turismo. Destaca que, considerando el tema ambiental, el café ocupa la tercera posición, esto se explicaría debido que su producción se hace considerando unidades agroforestales, y no de manera extensiva, lo que contribuye a cultivos asociados y en varios lugares proteger cuencas hídricas.

Figura 1. Valoración multicriterio



## Conclusiones

- El aporte de esta investigación radica en que existen varios estudios que identifican sectores ganadores o potenciales, aunque no consideran elementos relacionados con el tema ambiental. Las cadenas analizadas según la selección del Gobierno Provincial (2013) son: conocimiento e innovación, turismo, bio-conocimiento y café.
- La dinámica territorial y los cambios globales requieren el impulso de sectores fuera de los tradicionalmente considerados por los tomadores de decisiones que incorporen consideraciones ambientales.
- La cadena de conocimiento destaca por su mayor aporte en términos ambientales, productivos y sociales es decir considerando el tema ambiental, el café ocupa la tercera

posición, después del turismo, la razón para esto es que la producción de café se hace considerando unidades agroforestales, y no de manera extensiva, lo que contribuye a cultivos asociados y en varios lugares proteger cuencas hídricas.

## Literatura citada

- Aguilar, P. (2016). p. i. c. Depósitos Minerales No Metálicos del Ecuador, Escuela Politécnica del Ecuador.
- Andrade, A. (2017). Análisis y perspectivas de las empresas ecuatorianas exportadoras de productos industrializados de café, periodo 2009-2015 (Bachelor's thesis, PUCE).
- Bonifaz, N., Ryequelme, N. (2011). Buenas prácticas de ordeño y la calidad higiénica de la leche en el ecuador. LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida, 14(2).
- Falconí, F. & Burbano, R. (2004). Instrumentos económicos para la gestión ambiental: decisiones monocriteriales versus decisiones multicriteriales. Revibec: revista iberoamericana de economía ecológica, 1, 11-20.
- Cueva, M. & Eleyda, M. (2014). Propuesta técnica y metodológica para la formulación del plan territorial especial en la zona de influencia de los proyectos estratégicos mineros del Ecuador (Master's thesis).
- Caiza, R. & Molina, E. (2012). Análisis histórico de la evolución del turismo en territorio ecuatoriano. RICIT: Revista Turismo, Desarrollo y Buen Vivir, (4), 6-24.
- Castro-Armijos, C., Prado-Carpio, E., Paladines-Romero, J. & Cervantes-Álava, A. (2017). Factores que afectan al cultivo de caña de azúcar para producción de bioetanol en Ecuador. European Scientific Journal, ESJ, 13(24).
- Castellanos, O. (2001). Conceptualización y papel de la cadena productiva en un entorno de competitividad. INNOVAR revista de ciencias administrativas y sociales.
- Gobierno Provincial de Loja. (2013). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Loja.
- Carofilis, M. & Pizarro, G. (2014). análisis del nivel de resiliencia turística ante desastres naturales: caso de manabí, ecuador.
- Garnett, T. (2014). Three perspectives on sustainable food security: efficiency, demand restraint, food system transformation. What role for life cycle assessment? Journal of Cleaner Production, 73, 10-18.
- Hoekstra, A., Chapagain, A., Aldaya, M., y Mekonnen, M. (2011). The water footprint assessment manual:

- Setting the global standard, Earthscan, London, UK. <http://www.waterfootprint.org/downloads/-TheWaterFootprintAssessmentManual.pdf>
- Jiménez, K., Yaguache, J. & Escalante, M. (2017). Especialización productiva mediante un proceso de selección multicriterio, que considere la huella hídrica de los productos en la provincia de Loja, Ecuador. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(37), 181-210
- Ospina, P., Andrade, D., Castro, S., Chiriboga, M. & Hollenstein, P. (2011). Dinámicas económicas territoriales en Loja, Ecuador: ¿crecimiento sustentable o pasajero? Documento de trabajo/Programa Dinámicas Territoriales Rurales. RIMISP-Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural; no. 76.
- Ridoutt, B, y Pfister, S. (2010). A revised approach to water footprinting to make transparent the impacts of consumption and production on global freshwater scarcity. *Global Environmental Change*, 20(1), 113-120.
- Scialabba, N., y Müller-Lindenlauf, M. (2010). Organic agriculture and climate change. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 25(2), 158-169.
- Solange, I. (2012). Evaluación y análisis de la huella hídrica y agua virtual de la producción agrícola en el Ecuador (Bachelor's thesis, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano).
- Suárez, D., (2012). La universidad ecuatoriana en la transición hacia la sociedad del Buen Vivir basada en el bioconocimiento. La Universidad, 195.
- Martínez, C. (2006). Plantas medicinales de los Andes ecuatorianos. 285-296.
- MRNR (Ministerio de Recursos Naturales no Renovables), (2008). Plan de Desarrollo Minero Ecuador.
- Patzelt, E. 2004. Fauna del Ecuador. Cuarta edición. IMPREFEP. Quito – Ecuador.
- Reyes, A. (2017). Growth of the Ecuadorian economy: effects of the non-oil trade balance and of dollarization.
- Rueda, V. (2017). Estimación de la Huella Hídrica de los cultivos de palma africana y maíz duro en la provincia de Los Ríos y caña de azúcar en la provincia del Guayas para la producción de biocombustibles (Bachelor's thesis, Quito, 2017.).
- Tene, V., Malagon, O., Finzi, P., Vidari, G., Armijos, C., y Zaragoza, T. (2007). An ethnobotanical survey of medicinal plants used in Loja and Zamora-Chinchipe, Ecuador. *Journal of ethnopharmacology*, 111(1), 63-81.
- Universidad Técnica Particular de Loja. (2010). Plan de Ordenamiento Turístico Territorial de Zona 7.
- Vallejo M., Larrea C., Burbano R., y Falconí F. (2011). La Iniciativa Yasuní-ITT desde una perspectiva multicriterial. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD. Quito. Ecuador.



Modelamiento de la distribución de *Hoplias malabaricus* en Ecuador continental; una contribución para su conservación.

Modeling the distribution of *Hoplias malabaricus* in continental Ecuador; a contribution for its conservation

Gabriela Obando Moreno<sup>1</sup> y Sheila Ayala Espinoza<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Biológicas

\*Autor de correspondencia:  [ggom\\_95@hotmail.com](mailto:ggom_95@hotmail.com) (G. Obando Moreno)

## Resumen

La presencia de *Hoplias malabaricus* en la hidrografía ecuatoriana es muy extensa dada la riqueza hídrica del país, la cual posee las condiciones físicas y climáticas requeridas por esta especie. Pese a estar catalogada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza como una especie de preocupación menor, la "Tararira" es uno de los peces carnívoros de río más importantes de la región, por lo cual conocer su distribución hidrogeográfica mediante el uso de los programas Maxent y Diva-Gis, es el primer paso para el desarrollo de prácticas de conservación eficientes. Para esto, se utilizaron 97 registros compilados de la especie y 19 variables bioclimáticas dadas por Bioclim. Los resultados arrojados por el modelamiento indican que *H. malabaricus*, está distribuida en la mayoría de cuencas hidrográficas de Ecuador, principalmente en los ríos Pastaza y Bobonaza; en contraposición del modelamiento ejecutado, apunta que la distribución de *H. malabaricus* estaría en las cercanías a los ríos Coca, Napo y San Miguel, por ende, corresponden a áreas donde el nicho de la "Tararira" es ideal para realizar proyectos viables de conservación de la especie. Es recomendable ampliar estudios científicos que corroboren tanto la taxonomía como la distribución de la misma, ya que es una especie que genera confusión hasta la actualidad.

**Palabras clave:** *Hoplias malabaricus*, Guanchiche, Tararira, Maxent, DivaGIS, distribución.

## Abstract

The presence of *Hoplias malabaricus* in the Ecuadorian hydrography is very extensive given the water richness of the country, which possesses the physical and climatic conditions required by this species. Despite being cataloged by the International Union for the Conservation of Nature as a minor concern, the "Tararira" is one of the most important carnivorous river fish in the region, so knowing its hydrogeographic distribution through the use of The Maxent and DivaGis programs, is the first step for the development of efficient conservation practices. For this, 97 compiled records of the species and 19 bioclimatic variables given by Bioclim were used. The results obtained to date indicate that *H. malabaricus* is distributed in the majority of watersheds in Ecuador, mainly in the Pastaza and Bobonaza rivers. In contrast, the modeling carried out indicates that the distribution of *H. malabaricus* would be in the vicinity of the Coca, Napo and San Miguel rivers, which correspond to areas where the "Tararira" niche is ideal for carrying out viable conservation projects. the species. It is advisable to extend scientific studies that corroborate both the taxonomy and the distribution of it, since it is a species that generates confusion until today

**Keywords:** *Hoplias malabaricus*, Guanchiche, Tararira, Maxent, DivaGIS, distribution.



## Introducción

*Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794), conocido con el nombre vernacular de “Guanchiche” o “Taratira”, es un pez de agua dulce perteneciente a la familia *Erythrinidae* (Romero, 2002), es uno de los depredadores más importantes en ecosistemas dulceacuáticos en Latinoamérica (Cucalón & Bajaña, 2015); es una especie de amplia distribución, aparece en la mayor parte de las cuencas de América Central y de Sudamérica (Peteán & Morales, 2008), de hábitos lacustres, prefiriendo aguas poco profundas, cálidas, cenagosas y con abundante vegetación (Kenny, 1995), las aguas en las que habita están a una temperatura entre 20 y 26°C (Baensch & Riehl, 1985), con un rango de pH entre 6.0 y 8.0 (Riede, 2004). Su dieta incluye peces, anfibios, insectos, roedores, aves y todo aquel animal que, caído al agua o nadando, produzca vibraciones suficientes para excitar su instinto predador (Planquette & LeBail, 1996).

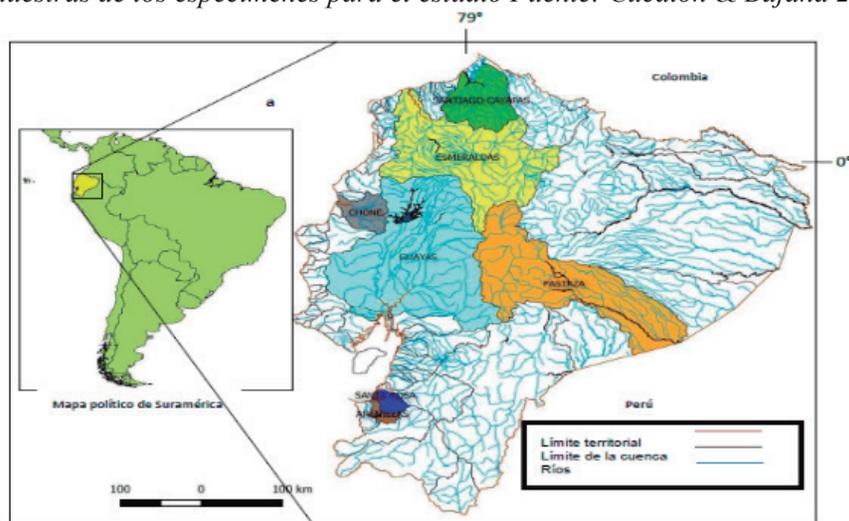
En temporada invernal, *Hoplias malabaricus*, experimenta un aletargamiento, pasando los fríos enterrada en el lecho barroso o entre la vegetación (Paiva, 2002). Esta característica no pasa desapercibida para los aficionados a la pesca, pese a esto está en la

categoría de preocupación menor (IUCN, 2014). En Ecuador es aprovechada como fuente de alimento en localidades rurales, existiendo en el país dos especies: *Hoplias microlepis* en las provincias del suroccidente y *Hoplias malabaricus* en las provincias del noroccidente y en la Amazonía (Cucalón & Bajaña, 2015) (Figura 1), siendo estas dos especies confundidas por su similitud anatómica, mas no molecular (Revelo & Laaz, 2012).

Para la realización de este trabajo se tomará en cuenta a *Hoplias malabaricus* y se analizará su distribución en la hidrografía ecuatoriana continental mediante el uso de *Softwares* libres de mapeo y análisis de datos como Maxent y DivaGIS.

El programa Maxent, emplea algoritmos fáciles de usar y asegura dar buenos resultados. Sin embargo, es un método utilizado con mayor frecuencia para “interpolarse” entre puntos de ocurrencia que para predecir áreas no observadas (Soberón, 2012); por otro lado, DivaGIS contiene una buena cantidad de herramientas para depurar y organizar datos, así como una implementación del método llamado Bioclim, debido a que es un programa versátil en la aplicación de este tipo de estudios (Soberón & Peterson, 2005).

**Figura 1.** Distribución conocida de *Hoplias* sp. En color se indica las cuencas donde se tomaron las muestras de los especímenes para el estudio Fuente: Cucalón & Bajaña 2015



## Materiales y métodos

### Localidades de presencia de *Hoplias malabaricus*

Se inició el estudio con una base de datos compuesta por 97 registros del pez *Hoplias malabaricus* en el Ecuador continental, obtenidos de literatura, expertos y encuestas.

#### Datos climáticos

Para modelar la distribución de *Hoplias malabaricus*, se utilizaron 19 variables bioclimáticas dadas por BioClim, las mismas que están disponibles como archivos “raster”, usados en SIG (Sistema de Información Georeferenciada). Esta herramienta consiste en un recuadro georreferenciado, el cual abarca cuadrículas que poseen un valor específico de variables ambientales, atribuido a la misma. Estas variables, describen el clima con una serie de variables interpoladas a partir de conjuntos de datos globales (Hijmans *et al.*, 2005).

### Modelos de distribución de *Hoplias malabaricus*

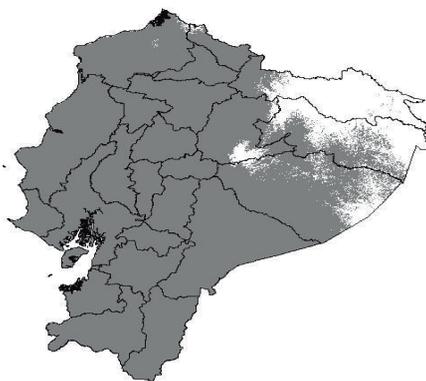
Se realizaron modelos de distribución geográfica de *Hoplias malabaricus* utilizando el programa Maxent (Phillips *et al.*, 2006, 2009), el mismo hace inferencias robustas a partir de datos de presencia de las especies (Elith *et al.*, 2006) y basándose en el principio de encontrar la probabilidad de distribu-

ción de una especie mediante la probabilidad de distribución de máxima entropía (Phillips *et al.*, 2006). Con los registros de distribución de la especie y los datos de las variables climáticas, topográficas e hídricas, se obtiene un modelamiento basado en la probabilidad relativa de la distribución de la especie en un espacio geográfico (Elith *et al.*, 2011).

El programa Maxent, enuncia las condiciones de cada celda para albergar a una especie como una función de las variables ambientales incluidas en el modelo. Un valor alto en la función de una celda, pronostica condiciones óptimas para la especie en proceso de modelamiento. Es decir, el modelo resultante, es la probabilidad relativa de la distribución de una especie a lo largo del espacio geográfico definido (Elith *et al.*, 2006, Phillips *et al.*, 2006, 2009).

Primero se ejecutó el modelamiento de la distribución potencial de *Hoplias malabaricus* en su ámbito geográfico en el Ecuador continental, añadiendo además una capa de unidades administrativas llamada “provincias” para mayor identificación de áreas de distribución potencial haciendo uso de las 97 localizaciones obtenidas. Posteriormente se procedió al modelamiento del sitio en donde no existiría variables bioclimáticas adecuadas para el desarrollo no apropiado de *Hoplias malabaricus* (Figura 2).

**Figura 2.** En color blanco se ubican las zonas de mayor probabilidad de distribución de la especie *Hoplias malabaricus*. Mapa realizado con Bioclim DivaGIS.



En este análisis, se usó el umbral 10 Percentile Training Presence, el cual indica el valor de probabilidad en el que el 90% de los puntos de presencia estarán dentro del área potencial. El 10% restante de los puntos que caen por fuera del área potencial, son aquellos con un ambiente atípico no incluido dentro de los límites del nicho realizado con un ambiente atípico no incluido dentro de los límites del nicho realizado.

Además, se utiliza el programa DivaGIS para importar el “raster” generado en Maxent, este archivo puede ser abierto, visualizado y modificado

### Resultados y discusión

Existen investigaciones científicas sobre el origen de *H. malabaricus*, los mismos que apuntan al territorio de las cataratas del Iguazú; la introducción de esta especie a la zona antes mencionada, supone que pudo haberse efectuado desde las cabeceras de Tibagi en base a la similitud de patrones genéticos de las poblaciones, así como también la continuidad entre los ríos Iguazú y Tibagi (Dergam *et al.*, 1998).

El género *Hoplias* sp. se encuentra en la mayoría de cuencas hidrográficas del territorio ecuatoriano (Figura 1). Puntualmente para *H. malabaricus*, existen registros en la parte oriental, específicamente en el río Bobonaza y Pastaza. A su vez, se cree que esta especie está restringida tanto para la cuenca del Amazonas, al este de los Andes como para los sistemas de drenaje al norte de la costa, en la provincia de Esmeraldas (Aguirre, 2011).

Además, la presencia de *H. malabaricus* es predominante en el Neotrópico debido a que su distribución comprende Brasil, Argentina, Uruguay, Colombia, Panamá (Chu-Koo & Dañino, 2007), Bolivia, Costa Rica, Ecuador, Guayana, Paraguay, Perú, Surinam, Tobago y Trinidad (Reis *et al.* 2003). Su extensa distribución por el Neotró-

pico, se debe a la facilidad que tiene *H. malabaricus* para colonizar cabeceras de altitud considerable tales como Jacaré y zonas de Tombadouro (Santos *et al.*, 2009).

Para el caso de *Hoplias malabaricus*, el estudio realizado con los programas Maxent y DivaGIS, mostró que su distribución mayoritaria está en las provincias de la Amazonía (Figura 2). Este resultado discrepa con el reporte de (Barriga, 1994), lo cual indica que *Hoplias malabaricus* se encuentra al límite del Sistema Hidrográfico de la provincia de Esmeralda, concretamente en la región Noroccidental del Ecuador. Aún se mantiene la idea de que las poblaciones de esta especie que se encuentran al Este y Oeste de los Andes, sean distintas (Froese & Pauley, 2014).

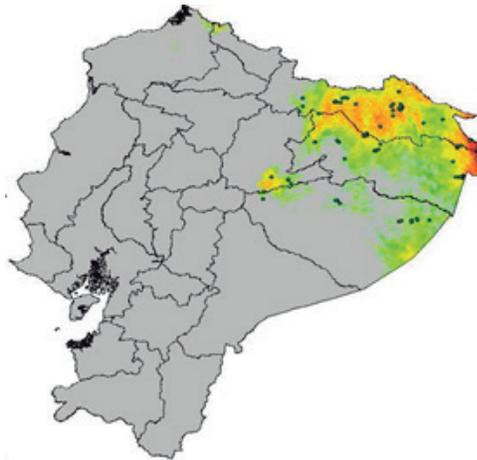
El modelamiento con DivaGIS permite analizar las zonas de mayor incidencia de *Hoplias malabaricus*, las cuales se hallan en las provincias de Sucumbíos y Centro-norte de Orellana; también en la parte Este de las provincias de Napo y Pastaza; por último, el noreste de la provincia de Esmeraldas (Figura 3) y el noroccidente de la provincia del Carchi donde el clima es similar al hábitat de la especie (Tabla 1).

El mapa resultante muestra una escala colorimétrica, en la que plomo corresponde a localidades donde por factores bioclimáticos, la presencia de *Hoplias malabaricus* es improbable; en color verde claro, se indica las áreas cercanas al río Curaray que poseen, según el modelamiento de DivaGIS, características pobres para albergar al “Guanchiche”; las tonalidades amarillo-rojizas son áreas donde la especie puede desarrollarse sin problemas de acuerdo a las variables climáticas que requiere; por último, la coloración rojiza, cercanas a los ríos Coca, Napo y San Miguel, corresponde a áreas donde el nicho de *Hoplias malabaricus*, es ideal (Figura 3).

**Tabla 1.** Escala colorimétrica de la distribución de *Hoplias malabaricus* en Ecuador continental de acuerdo al punto de corte obtenido. Rojo corresponde a áreas con mayor presencia de la especie. Realizado con DivaGIS

color	Fron	To	Label
	0	0,33	0,0373
	0,0373	0,4	0,0373 - 0,4
	0,4	0,5	0,4 0,5
	0,5	0,6	0,5 - 0,6
	0,6	0,7	0,6 - 0,7
	0,7	0,8	0,7 - 0,8
	0,8	0,9	0,8 - 0,9
	0,9	1	0,9 - 1

**Figura 3.** En escala verde-rojo se observa las zonas de incidencia de la especie *Hoplias malabaricus* según modelamiento con el programa DivaGIS.



La contraposición existente sobre la distribución de *H. malabaricus* entre el modelamiento comparado con la revisión bibliográfica, puede deberse a temas importantes como la diversidad cariotípica que este pez presenta, puesto que, se la considera como una sola especie biológica, pero su taxonomía aún no está muy clara (Oyakawa, 1990); pues muestra diferencias interpoblacionales y diferencias en los sistemas de cromosomas sexuales (morfología y número diploide de cromosomas) (Bertollo *et al.*, 2000); por esta razón se maneja la hipótesis de que *H. malabaricus* es una especie que genera confusión hasta la actualidad (Bertollo *et al.*, 2000).

Así mismo, se ha podido establecer la existencia de siete diferentes configuraciones básicas de cariotipos para *H. malabaricus*, más conocidos como citotipos (A, B, C, D, E, F, G), los mismos que poseen distribuciones geográficas específicas. Para el citotipo F, se tiene la distribución más cercana a Ecuador, siendo localizado en la parte sudeste de Brasil, con tendencia oriental en el continente (Bertollo *et al.*, 2000).

### Conclusiones

Tras haber realizado la presente investigación, se concluye que la distribución de *H. malabaricus* en Ecuador, aún evidencia

cierta confusión debido a que la taxonomía de la especie continúa en discusión. Según revisión bibliográfica, esta especie está distribuida en la mayoría de cuencas hidrográficas de Ecuador, potencialmente por los ríos Pastaza y Bobonaza; a diferencia del modelamiento ejecutado con Maxent y Diva-Gis, indica que la distribución de *H. malabaricus* estaría en las cercanías a los ríos Coca, Napo y San Miguel, mismos que corresponden a áreas donde el nicho de la especie en estudio, es ideal.

Los sitios determinados por Maxent y Diva-GIS no han coincidido completamente con la distribución señalada en la literatura revisada, pero es posible la ocurrencia de la especie en las zonas antes mencionadas.

#### Literatura citada

- Aguirre, W. 2011. The Freshwater Fishes of Ecuador. Recuperado el 11 de Diciembre de 2016, de [http://condor.depaul.edu/waguirre/fishwestec/hoplias\\_malabaricus.html](http://condor.depaul.edu/waguirre/fishwestec/hoplias_malabaricus.html).
- Baensch, H., & Riehl, R. 1985. Verlag für Natur-und Heimtierkunde. *Mergus*, 2, 1216. doi:<http://dx.doi.org/>
- Barriga, R. 1994. Peces del Noroeste del Ecuador. *Politécnica* 19 (2):43-154.
- Bertollo, L., Guassenir, Born., Dergam, J., Moreira-Filho. 2000. A biodiversity approach in the neotropical Erythrinidae fish, *Hoplias malabaricus*. Karyotypic survey, geographic distribution of cytotypes and cytotoxicity. *Chromosome Research* 8:603-613.
- Cucalón, R., & Bajaña, L. 2015. *Filogeografía Molecular del guanchiche Hoplias spp. de la costa Ecuatoriana*. Tesis de Pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería Marítima, Ciencias Biológicas, Oceánicas y Recursos Naturales, Guayaquil. Recuperado el 23 de octubre de 2016.
- Dergam JA, Bertollo LAC. 1990. Karyotypic diversification in *Hoplias malabaricus* (Osteichthyes, Erythrinidae) of the Sao Francisco and Alto Paraná basins, Brazil. *Brazil J Genet* 13: 755-766.
- Dergam, J. A.; Suzuki, H. I.; Shibatta, O. A.; Duboc, L. F.; Júlio Jr., H. F.; Giuliano-Caetano, L. and Black IV, W. C. 1998. Molecular biogeography of the neotropical fish *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae: Characiformes) in the Iguazu, Tibagi, and Paraná rivers. *Genetics and Molecular Biology*, 21, 493-496.
- Elith J, C. H. Graham, R. P. Anderson, M. Dudík, S. y S. Ferrier. 2006. Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data. *Ecography* 29: 129-151.
- Elith, J., S. J. Phillips, T. Hastie, M. Dudík, Y. E. Chee y C. J. Yates. 2011. A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions* 17: 43-57.
- Ferreira RHR, Fonseca CG, Bertollo LAC, Foresti F. 1989. Cytogenetics of fishes from Parque Florestal do Rio Doce (MG). I. Preliminary study of "Hoplias malabaricus" (Pisces, Erythrinidae) from Lagoa Carioca and Lagoa dos Patos. *Brazil J Genet* 12: 219-226.
- Froese, R. y D. Pauly. (eds.). (2014). FishBase. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org).
- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones y A. Jarvis. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25:1965-1978.
- IUCN. 2014. IUCN Red List of *Threatened Species*. doi:<http://dx.doi.org/>
- Kenny, J. 1995. *fishbase*. Recuperado el 23 de octubre de 2016, de <http://www.fishbase.org/references/FBRefSummary.php?ID=11225>.
- Lopes PA, Fenocchio AS. 1994. Confirmation of two different cytotypes for the neotropical fish *Hoplias malabaricus* Gill 1903 (Characiformes). *Cytobios* 80: 217-221.
- Lopes PA, Alberdi AJ, Dergam JA, Fenocchio AS. 1998. Cytotaxonomy of *Hoplias malabaricus* (Osteichthyes, Erythrinidae) in the Aguapey river (Province of Corrientes, Argentina). *Copeia* 1998: 485-487.
- Oyakawa, OT. 1990. Revisao sistemática das espécies do genero *Hoplias* (grupo *lacerdae*) da Amazonia Brasileira e regioao leste do Brasil (Teleostei, Erythrinidae). MSc dissertation. Universidade de Sao Paulo, Brazil
- Paiva, M. 2002. *Crecimiento, alimentacao e reproducao da traíra, Hoplias malabaricus no nordeste-brasileiro*. Universidad Federal de Ceará. Recuperado el 23 de octubre de 2016, de <http://hydrobio.f-cien.edu.uy/proyecto.htm>
- Peteán, J., & Morales, C. 2008. *UICN-GUYRA-PROTEGER*. Recuperado el 23 de octubre de 2016, de <http://www.proteger.org.ar/peces-cuenca-plata/>
- Phillips, S. J., R. P. Anderson y R. E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- Phillips, S. J., M. Dudík, J. Elith, C. H. Graham y A. Lehmann. 2009. Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological Applications* 19: 181-197.

- Planquette, P., & LeBail. 1996. *Atlas des poissons d'eau douce de Guyane* (Vol. 22). Paris, Francia. doi:<http://dx.doi.org/>
- Reis R., Kullander S., Ferraris C. 2003. Check list of the freshwater fishes of south and central America.
- Revelo, W., & Laaz, E. 2012. *Catálogo peces de aguas continentales provincia de Los Rios Ecuador*. Guayaquil: Instituto Nacional de Pesca. Recuperado el 23 de octubre de 2016.
- Romero, P. 2002. *fishbase*. Recuperado el 24 de octubre de 2016, de <http://www.fishbase.org/references/FBRefSummary.php?ID=45335>.
- Santos, U, C. M. Völcker, F. A. Belei, M. B. Cioffi, L. A. C. Bertollo, S. R. Paiva, J. A. Dergam. 2009. Molecular and karyotypic phylogeography in the Neotropical *Hoplias malabaricus* (Erythrinidae) fish in eastern Brazil. *Journal of Fish Biology* 75, 2326–2343.
- Scavone MDP, Bertollo LAC, Cavallini MM. 1994. Sympatric occurrence of two karyotypic forms of *Hoplias malabaricus* (Pisces, Erythrinidae). *Cytobios* 80: 223-227.
- Soberón, J. 2012. Recuperado el 23 de octubre de 2016, de <https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsd-GRvbWFpbmVudGd4OjU0ZTE0MDE3ZTJlMTU3NGI>
- Soberón, J., & Peterson, A. T. 2005. *Nichos y Áreas de distribución*. Recuperado el 23 de octubre de 2016, de [nicho.conabio: http://nicho.conabio.gob.mx/](http://nicho.conabio.gob.mx/)

## **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 de 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.

Burtl, 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 demas pequeños, borrosos o confusos.

Tanto las tablas como las figuras sean comprensibles sin necesidad de leer e l 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.

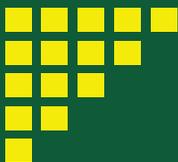
The references appear alphabetically and are sub ordered chronologically.

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



[www.uea.edu.ec](http://www.uea.edu.ec)

Volúmen 7, Número 1, pag 1 - 64 de la Revista Amazónica:  
Ciencia y Tecnología de la Universidad Estatal Amazónica  
Publicación: Abril 2018



ISSN 1390-5600 Impreso

ISSN 1390-8049 Electrónico



MIAR  
Manejo e Información  
per el Avanzado de Revistas  
Bibliografía Latinoamericana

biblat  
Bibliografía Latinoamericana

Actualidad  
Iberoamericana

latindex

e-revist@s

PERIÓDICA

Dialnet

OAJI  
.net Open Academic  
Journals Index

REDIB | Red Iberoamericana  
de Investigación y Docencia Científica