



# Revista Amazónica

## Ciencia y Tecnología

Volumen

# 7

Nº 3



ISSN 1390-5600

Impreso

ISSN 1390-8049

Electrónico

# 2018

MIAR  
Mesa de Informes  
per a l'Anàlisi de l'Amazònia

iblat  
Bibliografía Latinoamericana

Actualidad  
Iberoamericana

latindex

PERIÓDICA

e-revist@s

Dialnet



# UEA

Universidad Estatal Amazónica

OAJI  
.net

Open Academic  
Journals Index

REDIB Red Iberoamericana  
de Innovación y Conocimiento Científico



# REVISTA AMAZÓNICA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

EDITORA JEFE: Alexandra Torres N

UNIVERSIDAD 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

Luis Rubén Vallejo Yáñez

### REVISIÓN DE ESTILO

**Marcelo Luna Murillo**

Universidad Estatal Amazónica.

### REVISIÓN DE TRADUCCIÓN -

Igor Días Kovalenko

### COMITE CIENTÍFICO

**Juan Vicente Delgado**

Universidad de Córdoba. España

**Juan Avellaneda**

Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador

**María Esperanza Camacho**

IFAPA. Andalucía España

**Richard Presiozi**

Universidad de Manchester. Inglaterra

**José Antonio Vázquez**

Universidad de Guadalajara, México

**Sven Gunter**

Centro Agrónomo Tropical de Investigación

y Enseñanza (CATIE). Costa Rica

**Julio César Vargas Burgos**

Universidad Estatal Amazónica

**Pablo Marini**

Universidad Nacional de Rosario. Argentina

**Denian Takumasa Kondo Rodriguez**

Corpoica. Colombia

**Vicenzo Landi**

Universidad de Córdoba. España

**Luz Ángela Alvarez Franco**

Universidad Nacional de Colombia. Colombia

**Jairo Tocancipá**

Universidad del Cauca Colombia

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

El objetivo de la revista es difundir los resultados de investigaciones de acuerdo a las subáreas 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:

Tobar F. 2018  
*Abejas del Género*  
*Euglossa*

ISSN 1390-5600 Impreso  
ISSN 1390-8049 Electrónico

### 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

## CONTENIDO

Bioprospección del grupo Orchidaceae y su interacción con abejas colectoras de perfume Euglossini (Hymenoptera-Apidae) **132**

*María Fernanda López*

Método de clasificación a partir del diagnóstico de calidad morfológica en vivero para la selección de especies forestales promisorias en programas de restauración. **142**

*Diego Armando Ureta Leones, Yudel García Quintana; Yasiel Arteaga Crespo; Arliet Morales Moreno, Yamila Lazo Pérez; Ivonne Jalca*

Reciprocidad y trabajo asalariado en comunidades indígenas: El caso de los Kichwa y los Shuar de la Amazonía ecuatoriana **151**

*Cristian Vasco, Alexandra Torres, María Isabel Jaramillo, Shirley Huertalca*

Las ONGs y su impacto en la adopción de tecnologías: Caso productores de cacao del cantón Quinsaloma, Ecuador. **158**

*Luis Fernando Simba Ochoa , Betty Beatriz González Osorio , Emma Danielly Torres Navarrete , Luis Alonso Vallejo Sevillano, Glenda María Gaibor Indio , Ramiro Remigio Gaibor Fernández*

Reducción de Aluminio y huevos de Helminto contenidos en fangos deshidratados de una planta de tratamiento de aguas residuales, con procesos electroquímicos. **172**

*Paola Duque-Sarango, María Cáceres, Ana Cando, Carla Escandón, Fabiola Segarra, Anderson Zhingri*

Instrucciones para autores **184**

Instrucciones para árbitros **197**



## Bioprospección del grupo Orchidaceae y su interacción con abejas colectoras de perfume *Euglossini (Hymenoptera-Apidae)*

## Bioprospecting of the Orchidaceae group and its interaction with *Euglossini* perfume collection bees (*Hymenoptera-Apidae*)

María Fernanda López <sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup> Pontificia Universidad Católica Sede Ibarra, Av Aurelio Espinosa Pólit, Ibarra – Ecuador.

Escuela de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Carrera de Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo.

\* Correspondencia: e-mail: mflopez2@pucesi.edu.ec.

### Resumen

La tribu *Euglossini (Hymenoptera, Apidae)*, lo conforman un grupo de abejas neotropicales las cuales han sido agrupadas en 5 géneros: *Eufriesia*, *Eulaema*, *Euglossa*, *Exarete* y *Aglae*. Se caracterizan por estilo de vida solitaria, no forman colmenas, tampoco hay una reina y si bien forman nidos estos son pequeños y no hay producción de miel. Sin lugar a dudas uno de los aspectos más significativos de este grupo de abejas es su estrecha relación con las orquídeas, que a diferencia de otras familias de plantas que producen algún tipo de alimento como recompensa, algunos subtribus o géneros de orquídeas producen aromas que son colectados por los machos de los diferentes linajes de *Euglossini* los cuales posiblemente usan como trofeos para aparearse. Durante este estudio se utilizaron diferentes compuestos aromáticos que se encuentran formado parte de los aromas de las flores para atraer a los machos de este grupo abejas y también se revisó colecciones de diferentes museos. Como resultado de este esfuerzo se obtuvieron datos relevantes sobre cuales aromas son preferidos por estas abejas y también se pudo evaluar la presencia de polen de orquídeas (polinarios) en algunos de los insectos examinados, lo que potencialmente nos indica cómo interactúan estos grupos en la biología de polinización y cuan estrecha puede ser la sinergia entre *Euglossini* y *Orchidaceae*.

**Palabras clave:** *Euglossa*, Orquídeas, aromas, polinización, ecología.

### Abstract

The *Euglossini* tribe (*Hymenoptera, Apidae*), is made up of a group of neotropical bees which have been grouped into 5 genera: *Eufriesia*, *Eulaema*, *Euglossa*, *Exarete* and *Aglae*. They are characterized by solitary lifestyle, they do not form hives, neither is there a queen and although they form nests these are small and there is no honey production. Undoubtedly one of the most significant aspects of this group of bees is their close relationship with orchids which, unlike other plant families that produce some type of food as a reward, some subtribes or genera of orchids produce aromas that are collected by the males of the different lineages of *Euglossini* which possibly use as trophies to mate During this study different aromatic compounds were



used that are part of the aromas of the flowers to attract the males of this group bees and also collections from different museums were reviewed. As a result of this effort, relevant data were obtained on which aromas are preferred by these bees and the presence of orchid pollen (polinaries) in some of the examined insects could also be evaluated, potentially indicating how these groups interact in biology. Pollination and how narrow the synergy between Euglossini and Orchidaceae can be.

**Keywords:** Euglossa, Orchids, aromas, pollination, ecology.

## Introducción

La Tribu Euglossini (Hymenoptera, Apidae), lo conforman un grupo de abejas que se caracterizan por su estilo de vida solitario, donde machos y hembras viven separados y solo se encuentran en la época de reproducción no forman colmenas, no poseen una reina y producen muy poca miel (Rubick & Hanson 2004). En Ecuador se encuentran presentes todos los géneros Eufriesia, Eulaema, Euglossa, Exarete y Aglae de este grupo.

Al igual que las otras abejas las de la tribu Euglossini son polinizadoras de muchas especies de plantas vasculares en su mayoría orquídeas, Según Ramirez et al. (2002) hasta el momento se conoce de más de 70 familias botánicas que son fecundadas por este grupo de insectos entre estas se encuentran: Apocynaceae, Bignoniaceae, Gesneriaceae, Lecythidaceae etc.

La tribu Euglossini cuyo nombre se deriva del prefijo griego eu verdadero y glosa lengua, haciendo referencia al gran tamaño de su lengua, en algunos casos puede ser el doble del tamaño en relación a su cuerpo, esta probóscide se parece al de las mariposas.

Las abejas de la tribu Euglossini se ubican dentro del orden Hymenoptera, en la familia Apidae (Guardia, R., & Santos, a. 2014). Son abejas robustas, llamativas por sus colores metálicos brillantes, que pueden ser: verdes, azules púrpuras, dorados y rojos. Miden entre 8 y 30 milímetros. Los machos tienen

las patas posteriores ensanchadas, con fibras enmarañadas en su interior en donde almacenan los aromas que colectan de las especies botánicas en especial de las orquídeas. (Roubick, D., & Hanson, P. 2004).

Se diferencian de sus parientes por su estilo de vida solitario, no tienen reina, ni producen miel. Este grupo está compuesto por cinco géneros bien definidos: Aglae, Eufriesia, Euglossa, Eulaema y Exarete. (Kimsey, L. 1987). Se distribuyen desde los 0 msnm hasta los 2000msnm y solo habitan en América, principalmente en los bosques tropicales (Roubick, D., & Hanson, P. 2004).

Los sitios de nidificación son variados pueden estar en las cavidades de troncos de árboles, en madera en descomposición, o en lugares poco usuales como nidos de termitas, de avispas, así como también en construcciones humanas como es el caso de la mayoría de las especies encontradas en los museos uno de los ejemplos que se pudo observar en campo se refiere a que se encontró que las hembras de una de las especies del género Euglossa entraban y salían de orificios ubicados en las construcciones de bloque y cemento. En otro caso se pudo evidenciar nidos en taludes de la carretera. Una de las características más interesantes es que tanto las hembras como los machos construyen sus nidos con resinas, arcilla, excrementos, troncos en descomposición y pedazos de cortezas. (Michener, C. 1974).

El papel de estas especies en la polinización

de las orquídeas es bastante significativo, ya que se encontró una relación muy cercana entre las orquídeas con esta tribu de abejas, sobre todo por parte de las hembras que son visitantes frecuentes de las flores y recogen polen para ellas y sus crías. Los machos en cambio se encargan de coleccionar perfumes y tienen una relación específica con algunas plantas ya que al golpear las flores cae el polen sobre su cuerpo y este es transportado a otra flor para ser fecundada, las orquídeas son las que poseen este tipo de polinización, por lo que les ha hecho merecedoras del nombre de “abejas de las orquídeas. (Dressler, R. (1982).

Los grupos de orquídeas con los que se relacionan mayormente estas abejas de la tribu Euglossini pertenecen a las subtribus: Stanhopeinae, Coeliopsinidae, Catasetinae y una parte de Lycastinae, Oncidiinae y Zygopetalinae. La misma relación o dependencia intrínseca se muestra con otras familias de plantas vasculares siendo estas: Solanaceae, Euphorbiaceae, Gesneriaceae, Marantaceae y Araceae. (Gerlach, G. 2003).

La polinización de dichos grupos de plantas vasculares, está a cargo exclusivamente de los machos del grupo euglosinos que buscan recolectar perfumes y otras sustancias volátiles de estas flores, para almacenarlas entre las fibras enredadas que están dentro de sus ensanchadas patas posteriores. Este comportamiento, todavía es un motivo de estudio entre investigadores que en varias ocasiones coinciden en que tiene relación con los ritos de reproducción de los insectos ya que se cree que golpean los troncos para depositar el aroma coleccionado para atraer de esa manera a las hembras.

En este mismo contexto, algunos hallazgos recientes, atribuyen este hábito a que los machos usan una mezcla de perfumes específica con la que puedan demostrar su superioridad.

En otros casos se cree que se trata de un mecanismo de diferenciación territorial cuando los espacios de varias especies se cruzan o se superponen, por lo que desarrollan aromas diferentes que se puedan distinguir de sus vecinos para evitar cruzamientos. (Knight, K. 2016).

Es importante resaltar que a lo largo de tiempo varios investigadores buscan entender el por qué y para qué, los machos coleccionan los aromas, este análisis puede dar una apreciación real del mutualismo entre las plantas y los polinizadores, y sobre todo se puede descubrir los efectos de posibles extinciones sobre las comunidades a las cuales pertenecen. En este contexto hay que reflexionar en el hecho de que debido a la especificidad que han desarrollado las orquídeas para su polinización, estas son más vulnerables a desaparecer si el polinizador se extingue, en cambio, las abejas tienen un grupo más amplio de plantas con las que se relacionan para obtener aromas y alimento.

En la mayoría de los casos buscan principalmente néctar o polen, sin embargo, existe una relación más intrincada e interesante que los machos de estas abejas han desarrollado con las orquídeas, en las que buscan como única recompensa perfumes o compuestos asociados que los almacena en sus patas traseras las cuales están muy ensanchadas (Gerlach 2003). Estas sustancias pueden servir para expresar lo exitoso que puede ser un macho y de alguna manera debe darle un estatus especial al momento de aparearse.

Se estima que las abejas Euglossini polinizan el 10% de las especies de orquídeas de América tropical, en algunos casos buscan alimento, principalmente en la tribu Sobralie, las subtribus Maxillarinae, Zygopetalinae y en algunas especies de Oncidiinae y Lailinae (Roubick, D., & Hanson, P. 2004); también se conoce que estas abejas visitan

las flores del genero *Sarcoglottis* (Spiranthinae) en busca de néctar. El síndrome de polinización por colección de perfumes está muy desarrollado en las subtribus Stanhopeina y Catasetinae (Gerlach 2017), hay algunas géneros en otros linajes que también presentan este síndrome como por ejemplo *Chysis* (Blettinae), *Anguloa* (Maxillariinae) *Dichaea* (Zygopetalinae) (Guardia & Santos 2014) y existe información sin confirmar que posiblemente algunas especies de *Pelexia* (Spiranthinae) presente este síndrome ya que tiene un fuerte olor a  $\beta$ -ionone que es uno de los compuestos que las abejas euglossini colectan.

En este marco, la presente investigación tuvo como objetivos identificar la relación existente entre las abejas Euglossini y algunos géneros de la familia Orchidaceae. Así como también, determinar los aromas que atraen a los polinizadores de orquídeas, los cuales responderán a las preguntas de investigación planteadas: ¿Todas las especies de abejas Euglossini polinizan a las orquídeas? Y ¿Los aromas son atrayentes para la polinización en orquídeas?

## **Materiales y métodos**

Durante la investigación se realizó dos fases: la fase bibliográfica y la fase de campo. En la fase bibliográfica se revisó información acerca de las abejas Euglossini (Hinojosa 2013, Kimsey, 1987, Michener 1974, Knight 2016, Nates y Parra-Nates 2009) Roubick, D., & Hanson, P. 2004), así como literatura botánica de orquídeas relacionada con los grupos de interés (Dodson 2002, 2003, 2003a & Dressler 1981, 1993).

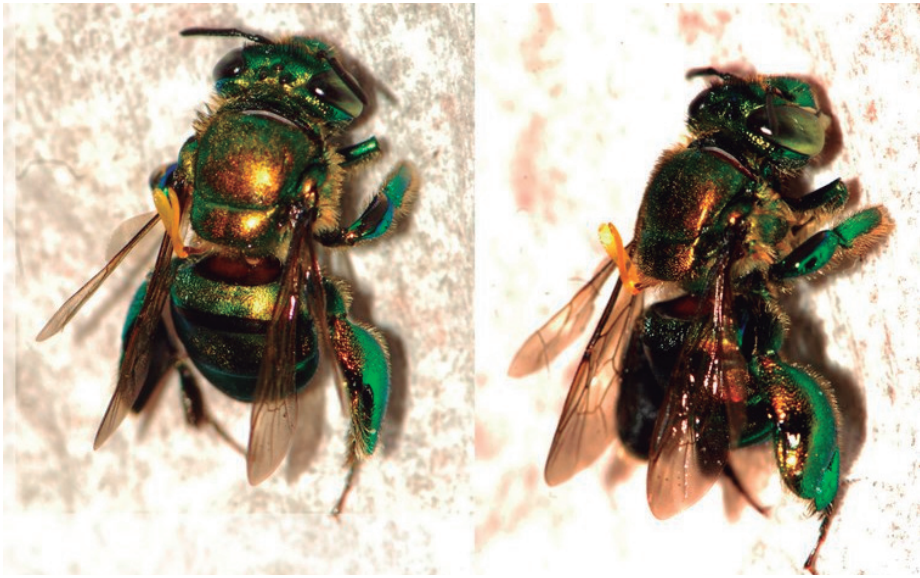
En la fase de campo se visitaron los museos QCAZ de la Pontificia universidad católica del Ecuador, Museo Gustavo Orces de la Universidad Politécnica Nacional y MECN del Instituto Nacional de Biodiversidad, para

verificar si los especímenes tenían polinos como evidencia de haber visitado las flores de orquídeas, en el caso de que las abejas que tenían polinio en su cuerpo se fotografió el espécimen.

Adicionalmente a esto se realizaron pruebas de aromas en campo en tres localidades (Manduriacus (pichincha), El Valle del Quimi (Morona Santiago) y Cascadas de Manuel (El Oro)) para atraer abejas y determinar que perfumes son más efectivos. También se realizó el levantamiento fotográfico de las abejas que acarreaban polen de orquídea en su cuerpo, para luego realizar el análisis de estructuras polínicas y descripción taxonómica de las especies de la familia Oechidaceae.

Para la colecta, secado, deshidratado y almacenamiento de la muestra se utilizaron los protocolos nacionales e Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede-Ibarra:

**a) Recolección:** Para la colecta de las especies botánicas se analizó el tipo de polen encontrado en las antenas, patas y tórax de las abejas, se realizó una identificación de sus estructuras, forma y tamaño con ayuda de un estereomicroscopio, determinando de esta manera la posible especie a la que polinizan los euglosinos. (Ver Figura 1).



**Figura 1.** Espécimen de *Euglossa* sp, cargada polinios de *Gongora* sp. - Orchidaceae  
**Fuente:** Tobar F. 2018

Una vez identificado el polen y los polineos se realizó un inventario general bajo la metodología de evaluación ecológica rápida para identificar la distribución de las especies. Establecidos los lugares de colecta se procedió a tomar una muestra completa de cada una de las especies botánicas. Todo el material vegetal colectado se transportó al cuarto de cuarentena en el herbario PUCE-SI en sacos de cabuya para evitar contaminación.

**b) Secado.-** las muestras en el Herbario de la PUCE-SI se desinfectaron rociando alcohol potable al 96%, luego se prensó la planta en papel periódico, papel filtro y tablas triplex. A continuación, se envolvió el paquete prensado en funda plástica para ingresar a cuarentena en el cuarto frío por un período de 48 horas a  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Una vez prensadas se procedió a la descripción taxonómica de la especie, este proceso se lo realizó siguiendo el protocolo de voucher del Herbario de la PUCE-SI donde establece la bioprospección de la especie vegetal por medio de la identificación de

claves dicotómicas en la enciclopedia de taxonomía vegetal del Ecuador, luego se validó la especie realizando su montaje, etiquetado y codificación para su posterior almacenamiento en el Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede-Ibarra, el cual posee la patente de manejo de vida silvestre N° 01-2018-FLO-DPAI/MAE.

**c) Deshidratado.-** Transcurrida la cuarentena se procedió a secar la planta por cuatro horas aproximadamente a  $30^{\circ}\text{C}$ , tomando en cuenta que las hojas debían presentar una textura suave al terminar el secado. La humedad determinada en la planta fue de 78,37%. Una vez separada cada parte de la muestra se sometió al deshidratador de marca TER-MOKOOL por 20 minutos.

**d) Almacenamiento.** - Finalmente se procedió a realizar cada una de las etiquetas con la descripción taxonómica y datos de la libreta de campo para la identificación correcta de cada una de las especies vegetales que son polinizadas por estas abejas del grupo euglosinos. (ver Figura 2)





**Figura 2:** Familiar Representativas usadas por las abejas de la Tribu Euglossini

**Fuente:** Tobar F. 2018

## Resultados

Solo algunos individuos de abejas revisadas en los diferentes museos tenían adheridos polinos en su cuerpo, esto puede deberse al sistema de colección o manipulación. Los sitios de nidificación son variados pueden estar en las cavidades de troncos de árboles, en madera, o en lugares poco usuales como nidos de termitas, de avispas, así como también en construcciones humanas, como es el caso del presente estudio en el que se encontró que las hembras de una de las especies del género *Euglossa* entraban y salían de orificios ubicados en las construcciones de bloque y cemento. En otro caso se pudo evidenciar nidos en taludes de la carretera. Las hembras construyen sus nidos con resinas, arcilla, excrementos y pedazos de cortezas.

Determinación de los aromas que atraen a los polinizadores de orquídeas. En las colecciones de campo se pudo observar que los tipos de polinos que las abejas acarrean cambia a lo largo del año, lo que significa que una misma especie de abeja puede visitar

diferentes flores a lo largo del año, sin embargo, la preferencia por cierta especie de orquídea puede depender de la presencia de un compuesto particular.

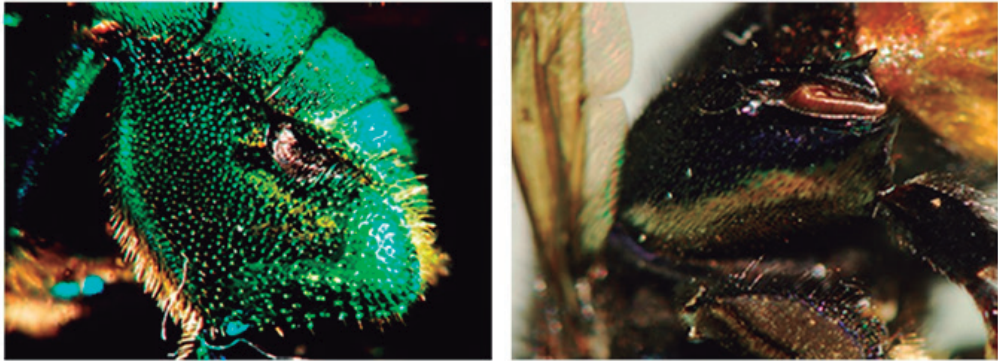
Se encontraron especímenes con polinos únicamente en los especímenes revisados en QCAZ y MECN, con la mayor concentración en el museo de Pontificia universidad católica del Ecuador Sede Quito, lo que nos deja evidencia que las técnicas de colección de campo y el sistema de preservación de los especímenes es importante para conservar esta información.

Los aromas que atrayeron mas especies euglossini y número de individuos fueron: Cineol, Salicilato de Metilo, Acetato de Benzilo, y Veratrol, esto podría deberse a que estas sustancias son los compuestos más relevantes que conforman el perfume de las orquídeas, sin embargo, algunas especies de abejas (ej. *Euglossa cyanea*) no es atraída por ninguno de los compuestos mencionados y puede indicar que algunas abejas buscan compuestos específicos, en este mismo contexto, algunos hallazgos recientes, atribu-

yen este hábito a que los machos usan una mezcla de perfumes específica con la que puedan demostrar su superioridad. En otros casos se cree que se trata de un mecanismo de diferenciación cuando los territorios de varias especies se sobrepone, por lo que desarrollan aromas diferentes que se puedan distinguir de sus vecinos para evitar cruzamientos.

La estacionalidad también marca una barrera reproductiva para evitar que las orquídeas se hibriden de forma natural. La relación entre abejas Euglossini y orquídeas es muy estrecha, las primeras necesitan de los aromas

para sus procesos reproductivos, en tanto, que las orquídeas necesitan de las abejas como vectores de polinización, el papel de estas especies en la polinización es bastante significativo, sobre todo por parte de las hembras que son visitantes frecuentes de las flores y recogen polen para ellas y sus crías. Los machos en cambio se encargan de coleccionar perfumes y tienen una relación específica con algunas plantas, de las cuales se destacan las orquídeas, lo que les ha hecho merecedoras del nombre de “abejas de las orquídeas”. (ver Figura 3).



**Figura 3.** Patas traseras ensanchadas

**Fuente:** TobarF. 2018.

*Relación entre las abejas Euglossini y algunos géneros de la familia Orchidaceae*

Las especies de Euglossini transportaban diferentes tipos de polinarios en sus cuerpos y gracias a la posición del polinio y a la forma de este se pudo determinar al menos el género de orquídea que cada especie de abeja visita. Esta información es muy valiosa y nos ayuda a entender como las abejas interactúan con las orquídeas en tiempo y nos permite tener una idea la fenología de las especies que están visitando. (ver Figura 4)



**Figura 4.** Abejas del género *Euglossa* visitando flores de *Stanhopea annulata* – Orchidaceae en el Valle de los Manduriacus.

**Fuente:** Tobar F. 2018

## Discusión

La información acerca de los sitios de anidación y la arquitectura de estos es escasa y poco conocida, solo ha sido posible documentar los nidos de pocas especies (Roubick, D., & Hanson, P. 2004). En este sentido es prioritario continuar con los trabajos de ecología de este grupo para entender cómo funciona su reproducción y cómo han evolucionado. También nos puede ayudar a entender como los machos distribuyen los perfumes y si estos están de alguna manera relacionados con la cercanía a las zonas de anidación de las hembras.

Esta información combinada con la presencia de polinios y en los especímenes que ha sido posible estudiar podría revelar si la fenología de un grupo particular de orquídeas influye en los procesos de reproducción

de estas abejas o estas tienen periodos independientes a la fenología de las orquídeas (Knight, 2016), y como otras especies de plantas que también producen compuestos aromáticos pueden incidir en la etología de Euglossini. (Ramírez et al., 2002)

Las orquídeas polinizadas por este grupo de abejas han desarrollado sistemas muy innovadores para la transferencia y ubicación de polen (Dressler, 1982) esto evita que se produzcan híbridos intergenéricos y muestran lo especializadas que pueden ser algunas especies de orquídeas. Esto sugiere que la taxonomía convencional no es suficiente para medir el grado de especiación que puede estar presente en grupos relativamente cercanos de plantas y es posible que algunas orquídeas estén desarrollando una barrera aromática que atrae a solo a determinada especie de abeja sin que esto se refleje en su

morfología floral. (Gerlach, 2003).

Es importante resaltar que el entendimiento de el por qué y para qué, los machos colectan los aromas, puede dar una apreciación real del mutualismo entre las plantas y los polinizadores, y sobre todo se puede descubrir los efectos de posibles extinciones sobre las comunidades a las cuales pertenecen. En este contexto hay que reflexionar en el hecho de que debido a la especificidad que han desarrollado las orquídeas para su polinización, estas son más vulnerables a desaparecer si el polinizador se extingue, en cambio, las abejas tienen un grupo más amplio de plantas con las que se relacionan para obtener aromas y alimento.

### Conclusiones

Existen barreras reproductivas de un 40% para evitar que una abeja que poliniza diferentes géneros de orquídeas como son la Stanhopeina y Catasetinae pegue sus polinarios en diferentes sitios del cuerpo de la abeja, debido a la dificultad con la que ingresan a su estructura reproductiva.

Los perfumes también representan una barrera para evitar la hibridación, cada especie se diferencian en la composición del aroma floral.

Los aromas que atrayeron mas especies euglossini y número de individuos fueron: Cineol, Salicilato de Metilo, Acetato de Benzilo, y Veratrol, esto se debe a que el 60% de estos aromas poseen compuestos similares a los que conforman el perfume de las orquídeas.

El 20% de las abejas (ej. *Euglossa cyanea*) no fueron atraídas por ninguno de los aromas mencionados esto se atribuye a que los machos usan una mezcla de perfumes específica con la que puedan demostrar su superioridad y la diferenciación de sus territorios.

La estacionalidad también marca una barrera reproductiva tanto en las abejas de esta tribu como en los géneros de orquídeas lo que reducen en un 30 % la polinización efectiva.

La relación entre abejas Euglossini y orquídeas es muy estrecha, las primeras necesitan de los aromas para sus procesos reproductivos, en tanto, que las orquídeas necesitan de las abejas como vectores de polinización.

El papel de estas especies en la polinización es bastante significativo, sobre todo por parte de las hembras que son visitantes frecuentes de las flores y recogen polen para ellas y sus crías, los machos en cambio se encargan de colectar perfumes y tienen una relación específica con algunas plantas, de las cuales se destacan las orquídeas, lo que les ha hecho merecedoras del nombre de “abejas de las orquídeas”.

### Literatura Citada

Dodson, C. (2002). Native Ecuadorian Orchids Vol. 3. Sarasota: Dodson trust.

Dodson, C. (2003). Native Ecuadorian Orchids vol 4, *Oncidium-Restrepipsis*. Sarasota: [17] Dodson Trust. Dodson, C. (2003). Native Ecuadorian Orchids Vol. 5. Sarasota: Dodson Trust.

Dressler, R. (1981). *The Orchids Natural History and Classification*. . Mass: Harvard University Press.

Dressler, R. (1993). *Phylogeny and classification of the orchid family*. Portland: Dioscorides Press.

Dressler, R. (1982). *Biology of the orchid bees (Euglossini)*. *Annual Review of ecology and systematics*, 13, 373-394.

Gerlach, G. (2003). La subtribu Stanhopei-

- nae: sus notables mecanismos de polinización, la química de sus aromas florales e implicaciones en sistemática y taxonomía. *Lankesteriana*, 7, 104-106.
- Guardia, R., & Santos, A. (2014). Diversidad y estratificación vertical de abejas de las orquídeas (Hymenoptera: Euglossinae) del parque nacional Omar Torrijos Herrera, Coclé, Panamá. *Centros*, 1-16.
- Hinojosa, I. (2013). Presence of *Euglossa (Euglossa) amazonica* outside of the Amazon Basin – biogeographic insights. *Journal of Melittology*, 1-6.
- Kimsey, L. (1987). Generic relationships within the Euglossini (Hymenoptera: Apidae). *Systematic Entomology*, 63-72.
- Kimsey, L. (1987). Generic relationships within the Euglossini (Hymenoptera: Apidae). *Systematic Entomology*, 63-72.
- Knight, K. (2016). Perfume-blending orchid bee's sense of smell is fine-tuned. *Journal of Experimental Biology*, 216.
- Michener, C. (1974). *The Social Behavior of the Bees: A Comparative Study*. Cambridge: Harvard University Press.
- Kocian, M., Batker, D., & Harrison-Cox, J. (2011). Estudio Ecológico de la región de Intag Ecuador: Impactos ambientales y recompensas potenciales de la minería. Tacoma: Earth Economics.
- Michener, C. (1974). *The Social Behavior of the Bees: A Comparative Study*. Cambridge: Harvard University Press.
- Parra, A., & Nates-Parra, G. (2009). La arquitectura de nidos de *Euglossa (Euglossa) hemichlora* (Hymenoptera: Apidae: Euglossini). *Revista Colombiana de Entomología* 35, 283-285.
- Ramirez, S., Dressler, R., & Ospina, M. (2002). Abejas euglosinas (Hymenoptera: Apidae) de la Región Neotropical: Listado de especies con notas sobre su biología. *Biota*, 3 (1), 7 - 118.
- Roubick, D., & Hanson, P. (2004). *Abejas de Orquídeas de la América Tropical Biología y guía de campo*. Santo Domingo de Heredia: Instituto Nacional de Biodiversidad.
- Wilmer, P. (2011). *Pollination and floral ecology*. Princeton: Princeton University Press.



Método de clasificación a partir del diagnóstico de calidad morfológica en vivero para la selección de especies forestales promisorias en programas de restauración

Classification method based on the diagnosis of morphological quality in nursery for the selection of promising forest species in restoration programs

Diego Armando Ureta Leones<sup>1\*</sup>, Yudel García Quintana<sup>2</sup>; Yasiel Arteaga Crespo<sup>2</sup>; Arliet Morales Moreno<sup>3</sup>, Yamila Lazo Pérez<sup>2</sup>; Ivonne Jalca<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudiante Universidad Estatal Amazónica.

<sup>2</sup> Docente e investigador. Universidad Estatal Amazónica.

<sup>3</sup> Investigador independiente.

\* correspondencia: diego\_slade@hotmail.com

## Resumen

En la actualidad es cada vez más importante los estudios de calidad morfológica para seleccionar especies de interés forestal cultivadas en vivero que cumplan con los requerimientos biológicos del sitio forestal. El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad morfológica en vivero para la selección de especies forestales promisorias que respondan favorablemente a la restauración de ecosistemas degradados amazónicos. Para ello se realizó un diagnóstico morfológico en vivero, expresado a través de atributos e índices de calidad de seis especies forestales y se empleó un dendrograma jerárquico para clasificar grupos de especies en función de las 11 variables morfológicas analizadas. El diagnóstico morfológico resultó una herramienta viable para los viveristas forestales, lo que permite seleccionar las especies aptas y de mejor calidad para su aclimatación a las disímiles condiciones ambientales. El método de clasificación permitió la formación de tres grupos de especies en función de los atributos e índices de calidad morfológica, el primero conformado por *Ocotea quixos* y *Cedrela odorata*, el segundo por *Maclura tintoria*, *Myroxylum balsamun* y *Ochroma pyramidale* y el tercero por *Cedrelinga cateniformis*. La separación de los grupos estuvo determinada por la mayor de producción de biomasa, grado de lignificación y la baja calidad morfológica. Las especies *Cedrela odorata*, *Cedrelinga cateniformis* y *Ocotea quixos* resultaron de mayor calidad y con condiciones adecuadas a los tres meses de aviveramiento, lo que se reflejará en su respuesta postransplante, capacidad de supervivencia y mayor potencialidad de crecimiento y desarrollo en las condiciones amazónicas.

**Palabras claves:** vivero, morfología, calidad de la planta, especies forestales, clasificación.

## Abstract

At present, morphological quality studies are increasingly important to select species of forest



interest grown in nurseries that meet the biological requirements of the forest site. The objective of this work was to evaluate the morphological quality in nursery for the selection of promising forest species that respond favorably at the restoration of Amazonian degraded ecosystems. For this, a morphological diagnosis was made in the nursery, expressed through attributes and quality indices of six forest species and a hierarchical dendrogram was used to classify groups of species according to the 11 morphological variables analyzed.

The morphological diagnosis was a viable tool for forest nurseries, which allows selecting the best quality and suitable species for acclimatization to the different environmental conditions. The classification method allowed the formation of three groups of species based on morphological quality attributes and indices, the first formed by *Ocotea quixos* and *Cedrela odorata*, the second by *Maclura tintoria*, *Myroxylum balsamun* and *Ochroma pyramidale* and the third by *Cedrelinga cateniformis*. The separation of the groups was determined by the greater biomass production, degree of lignification and the low morphological quality. The species *Cedrela odorata*, *Cedrelinga cateniformis* and *Ocotea quixos* were of higher quality and with adequate conditions at three months of revival, which will be reflected in their posttransplant response, survival capacity and greater growth and development potential in Amazonian conditions.

**Keywords:** nursery, morphology, plant quality, forest species, classification.

## **Introducción**

En la actualidad el establecimiento de plantaciones forestales cobra cada vez mayor importancia debido a su amplia utilización para resolver problemas económicos, sociales y ambientales, ya que pueden ser destinadas con fines comerciales, urbanos, agroforestales o de restauración (Rodríguez, 2008). Aunque desafortunadamente muchas veces tienden a fracasar debido al mal manejo, condiciones ambientales desfavorables, empleo de especies inadecuadas y el uso de plantas de mala calidad.

El cultivo de plantas forestales de interés maderable constituye una prioridad en los programas de reforestación de la región Amazónica, lo que requiere de técnicas que propicien el manejo de dichas especies orientado a mejorar los parámetros de calidad. La calidad de la planta es entendida como la capacidad para adaptarse y desarrollarse a las condiciones climáticas y edáficas del sitio de plantación y depende de las

características genéticas del germoplasma y de las técnicas utilizadas para su reproducción en vivero (Prieto et al., 2009; Muñoz et al., 2015).

La calidad morfológica hace referencia a un conjunto de caracteres o atributos en estándares dados, tanto de naturaleza cualitativa como cuantitativa relativos a la forma y estructura de la planta. La morfología de una planta en un vivero forestal es el resultado de las características genéticas, las condiciones ambientales y las prácticas de cultivo empleadas, tales como fecha de siembra, densidad de cultivo, grado de sombreo, régimen de fertilización, riego, podas aéreas, entre otras (Mexal y Landis, 1990).

Se han empleado multitud de atributos morfológicos cuantitativos para caracterizar la calidad de una planta (Mexal y Landis, 1990; Villar, 2003). Los más utilizados han sido la altura de la parte aérea, el diámetro del cuello de la raíz y el peso seco de la raíz y la parte aérea (South, 2000), todos ellos descriptores

del grado de desarrollo de la parte aérea y radical. Además, se han usado índices o relaciones morfológicas que son combinaciones de dos o más atributos morfológicos como por ejemplo la relación entre el peso seco de la parte aérea y la radical, el índice de Dickson y la esbeltez (cociente entre la altura y el diámetro en el cuello de la raíz); aunque es válido señalar que este último se describe como atributo importante para regular la densidad en los viveros manteniendo constante el resto de las variables. Estos índices aminoran las limitaciones interpretativas que los atributos morfológicos poseen al considerarlos de forma individualizada, sobre todo, cuando se analiza el equilibrio entre el desarrollo de la parte aérea o transpirante y la radical o absorbente (Thompson, 1985).

Existen otros criterios tomados en consideración como atributos de calidad morfológica de las plantas forestales cultivadas en viveros: morfología del sistema radical, peso seco, volumen, longitud, arquitectura (Brissette et al., 1991; Navarro y Calvo, 2002).

Sin embargo, en los viveros forestales del contexto amazónico uno de los problemas más graves que se presentan consiste en que las plantas producidas no son de buena calidad y en consecuencia si el sitio de plantación presenta condiciones ecológicas inapropiadas, tales como suelos de baja fertilidad y poco profundos ponen en riesgo el éxito del establecimiento de las plantaciones. Es evidente las prácticas de manejo inadecuadas en los viveros, lo cual representa un factor limitante para la obtención de plantas de calidad superior que satisfagan las necesidades de los programas de restauración forestal y, a la vez, respondan satisfactoriamente a las disímiles condiciones ambientales, lo que implicaría una

menor probabilidad de supervivencia, crecimiento y desarrollo de las plantas, para lo cual el método de clasificación propicia las bases silvícolas para seleccionar especies de calidad morfológica. Por lo que el objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad morfológica de las plantas producidas en vivero mediante un método de clasificación que permita la selección de especies forestales promisorias para la restauración de ecosistemas degradados amazónicos.

## **Materiales y Métodos**

El estudio se realizó en el vivero del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) municipal de Pastaza, ubicado en la entrada del Paseo Turístico Puyo, Km 1 1/2 vía Tena, cantón Pastaza, provincia Pastaza, cuyas coordenadas geográficas son de 0166454 a 9837611 con una altitud de 942 msnm. El área de aviveramiento se encuentra en un ambiente tropical donde la precipitación anual alcanza los 4 000 mm, la humedad relativa es de 80% y las temperaturas varían de 15 a 25 °C. Para la siembra se obtuvo como material reproductivo semilla de seis especies forestales de interés maderable (*Ocotea quixos* (Oq), *Cedrelinga cateniformis* (Cc), *Maclura tintoria* (Mt), *Miroxylum balsamun* (Mb), *Ochroma pyramidale* (Op) y *Cedrela odorata* (Co)), procedentes de la provincia Napo y Orellana.

Se empleó como sustrato la mezcla de suelo de áreas de bosque primario con residuos de aserrín y tamo de arroz. El sustrato estuvo libre de contaminación por elementos patógenos y el pH fue de 6,5, considerado ideal para el establecimiento de las especies forestales en fase de vivero. Se utilizó como envase fundas de polietileno para la producción de plantas.



Se determinaron los siguientes atributos morfológicos de calidad de la planta al final del período de cultivo en vivero (tres meses) a una muestra de 50 plantas por especie: La altura (h) se midió a todas las plantas con una regla graduada en cm; el diámetro en el cuello de la raíz (DCR) se midió en la base del tallo a todas las plantas con un calibrador digital STANLEY, expresado en mm. Para el peso de las plantas (BIOMASA), se sacrificó una muestra de diez plantas de cada especie y se determinó el peso seco en el Laboratorio de Biología de la Universidad Estatal Amazónica, con el empleo de una balanza analítica Sartorius de error 0,01 g, obteniendo el peso seco de la parte aérea (PSA) como indicador de resistencia de las plantas y peso seco de la parte radical (PSR) que caracteriza la masa total de raíces, así como peso seco total (PST). Para obtener la biomasa aérea y radical se fraccionó la planta en secciones de hoja, raíz y tallo. El volumen de raíz (VR) se determinó con las muestras de raíces de las plantas sacrificadas para el estudio de biomasa a partir del volumen desplazado de la raíz en una probeta de 100 ml de agua común. Con esta información se determinaron los índices morfológicos de calidad de la planta forestal (Relación peso seco aéreo-peso seco radical (R), esbeltez (E), índice de calidad de dickson (QI), índice de fibrosidad (IF), grado de lignificación (GL), a partir de lo propuesto por Oliet (2000).

Los datos obtenidos de los parámetros e índices morfológicos se procesaron mediante ANOVA de clasificación simple y pruebas de comparación de medias de Tukey con un 95% de confiabilidad, utilizando el programa SPSS ver.22.0.

Se realizó un dendrograma jerárquico como método de clasificación con el conjunto de datos obtenidos del diag-

nóstico de las variables morfológicas de calidad de la planta con el propósito de seleccionar las especies forestales promisorias para los programas de restauración.

## **Resultados y discusión**

Las plantas que mostraron mayor crecimiento en altura y diámetro en el cuello de la raíz, en las mismas condiciones ambientales de aviveramiento fueron: *C. odorata*, *C. cateniformis* y *O. quixos* con valores significativos ( $p \leq 0,05$ ) muy satisfactorios para el desarrollo inicial de las especies en estudio (Tabla 1). El diagnóstico en vivero, sobre los parámetros morfológicos del crecimiento de las plantas, aporta información valiosa desde el punto de vista práctico para los productores ya que permite seleccionar las especies aptas para soportar las condiciones adversas donde se realizan las actividades de restauración forestal, resultando las especies mencionadas con mayores potencialidades. Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con lo reportado por (Castillo, 2001; Landis et al., 2000 y Zavala et al., 2017).

La altura es un indicador del grado de desarrollo de la parte aérea, puede ser manipulada en vivero a través de la fertilización, riego y el repicado. La tendencia debe ser conseguir una planta en el vivero cuya altura maximice la supervivencia. La altura de la planta es un predictor de sus dimensiones de altura en campo, aunque, no lo es para la supervivencia.

Se considera un indicador insuficiente por sí solo, por lo que es conveniente relacionarlo con otros indicadores para que refleje su utilidad real, siendo importante cuando las condiciones del sitio de la plantación son adversas, ya que es oportuno considerar que la

planta tenga una altura suficiente que le permita competir adecuadamente (Mexal y Landis, 1990). Esta información permite decir que las plantas de las especies en estudio, que manifestaron un buen desarrollo, resultarían claves para su establecimiento en las condiciones del sitio forestal.

El diámetro del cuello de la raíz es uno de los atributos morfológicos más ampliamente utilizados en la caracterización de la calidad y de pronóstico de supervivencia de la planta, por su bajo costo de medición y su capacidad predictiva de respuesta en el campo (Barnett, 1984). Esto se fundamenta en la relación que existe, entre el diámetro del cuello de la raíz y el grado de lignificación del tallo, asociado con la resistencia mecánica y las altas temperaturas de la superficie del suelo, y por otro lado con el desarrollo radical, el cual, a su vez, se correlaciona con otros como la masa total de la planta o la masa radical (Mexal y Landis, 1990; Peñuelas y Ocaña, 1991; Serrada, 1995). La

variación encontrada en el diámetro del cuello de la raíz resulta interesante pues facilita la clasificación de plantas de mejor calidad en la etapa de vivero, lo cual proporcionaría un mayor grado de resistencia en las condiciones ecológicas adversas del sitio, tarea sumamente importante porque determina la heterogeneidad de los lotes y mejora la respuesta en campo (Navarro y Del Campo, 2005).

La acumulación de biomasa estuvo mejor representada por las especies *C. odorata* y *O. quixos* como reflejo del potencial de aprovechamiento de nutrientes que aporta el sustrato, expresado tanto en biomasa aérea como radical. El peso de la planta es un indicador de su volumen y el área foliar está fuertemente relacionada con aspectos fisiológicos, ya sea la transportación y la actividad fotosintética, por lo que esto es un indicador de cuan productiva pueden ser estas especies en las condiciones futuras de plantación.

**Tabla 1.** Valores medios y desviación típica de los parámetros de calidad morfológica de seis especies forestales de interés maderable

	Parámetros de calidad morfológica					
	h (cm)	DCR (mm)	PSA (g)	PSR (g)	PST (g)	VR (cm <sup>3</sup> )
<b>Oq</b>	36,21±0,47 <sup>a</sup>	3,53±0,10 <sup>b</sup>	3,65±0,04 <sup>b</sup>	2,88±0,05 <sup>b</sup>	6,53±0,03 <sup>b</sup>	1,05±0,02 <sup>c</sup>
<b>Cc</b>	37,66±1,09 <sup>a</sup>	3,85±0,06 <sup>a</sup>	1,17±0,05 <sup>d</sup>	1,24±0,08 <sup>c</sup>	2,41±0,04 <sup>c</sup>	1,50±0,02 <sup>b</sup>
<b>Mt</b>	19,50±0,52 <sup>c</sup>	1,20±0,08 <sup>c</sup>	1,11±0,05 <sup>d</sup>	0,87±0,06 <sup>d</sup>	1,98±0,03 <sup>d</sup>	0,50±0,02 <sup>d</sup>
<b>Mb</b>	26,06±1,12 <sup>b</sup>	1,65±0,05 <sup>d</sup>	1,22±0,04 <sup>c</sup>	1,17±0,06 <sup>c</sup>	2,39±0,04 <sup>c</sup>	1,00±0,02 <sup>c</sup>
<b>Op</b>	25,04±0,17 <sup>b</sup>	3,30±0,09 <sup>c</sup>	1,25±0,08 <sup>c</sup>	1,21±0,09 <sup>c</sup>	2,46±0,03 <sup>c</sup>	1,50±0,02 <sup>b</sup>
<b>Co</b>	39,70±1,52 <sup>a</sup>	3,91±0,09 <sup>a</sup>	3,82±0,05 <sup>a</sup>	3,37±0,06 <sup>a</sup>	7,19±0,03 <sup>a</sup>	1,90±0,02 <sup>a</sup>

**Leyenda:** Letras desiguales difieren significativamente para la prueba de Tukey al 0,05 % de significación. Altura (h), diámetro en el cuello de la raíz (DCR), peso seco aéreo (PSA), peso seco radical (PSR), peso seco total (PST), volumen de raíz (VR), *O. quixos* (Oq), *C. cateniformis* (Cc), *M. tintoria* (Mt), *M. balsamun* (Mb), *O. pyramidale* (Op) y *C. odorata* (Co).

**Elaborado por:** Autores

**La Tabla 2** muestra los atributos de calidad de la planta de las seis especies en estudio, reportando diferencias significativas para las variables analizadas a nivel de especies ( $p \leq 0,05$ ), aunque en la mayoría de las especies los valores se consideran aceptados para crecimiento y desarrollo en condiciones futuras de la plantación, con excepción de *M.tintoria* que mostró menor resistencia mecánica, menor capacidad de supervivencia postransplante y menor potencialidad de desarrollo y crecimiento. Este resultado contribuye desde el punto de vista morfológico para la selección de taxones que reflejen patrones más resistentes a sitios de mayor altitud, donde los vientos son fuertes y muy propicios a deslizamientos de suelos y por consecuencia caída de los árboles, para lo cual se requiere el establecimiento de especies forestales con mayor resistencia mecánica. Según Oliet (2000), los atributos de calidad de la planta son la resultante de los parámetros morfológicos y fisiológicos. En este sentido Da Mata (2009), en su trabajo “Evaluación de la calidad de la planta de *C.odorata* cultivada en vivero mediante diferentes métodos” obtuvo resultados similares a los del presente estudio.

La esbeltez (E) permite estimar la resistencia mecánica de la planta frente a vientos o sequías, recomendando valores bajos. El diámetro del cuello está relacionado directamente con la robustez de la planta, ya que es una medida representativa de la resistencia a factores climáticos y biológicos. Los valores bajos repercutieron en la esbeltez de dos de las especies estudiadas. La relación PSA-PSR indicó que las plantas con valores más bajos sobreviven mejor, lo cual se debe al reducirse la superficie transpirante respecto a la

absorbente. El índice de calidad de dickson ( $Q_i$ ) expresa la potencialidad de la planta en relación con la sobrevivencia y el crecimiento. Este sirve para comparar la calidad de la planta de distintos tamaños, debido a que relaciona varios parámetros y establece cuan proporcionada se encuentra la planta en cuanto a tamaño y peso (Pérez y Rodríguez, 2016). Según Oliet (2000), lo deseable es que la planta alcance los máximos valores con este índice, lo cual implica que, por una parte, el desarrollo de la planta sea grande y que al mismo tiempo las fracciones aéreas y radicales estén equilibradas.

Los valores obtenidos en esta investigación se corresponden con Delgado (2009) y Da Mata (2009) y en su mayoría resultaron de bajos a medios siendo un criterio adecuado para seleccionar dentro de un lote de plantas las de mayor calidad para satisfacer las demandas de los programas de reforestación.

El índice de lignificación fue heterogéneo para las especies analizadas resultando *C. cateniformis* con un patrón de comportamiento diferente al resto, sin embargo, en todos los casos los valores fueron aceptados, según criterios de Prieto (2004). El mayor grado de lignificación sugiere que se trata de un grupo de plantas con mayores posibilidades de aclimatación a las condiciones adversas del sitio de plantación.

**Tabla 2.** Valores medios y desviación típica de las relaciones e índices morfológicos de seis especies forestales de interés maderable

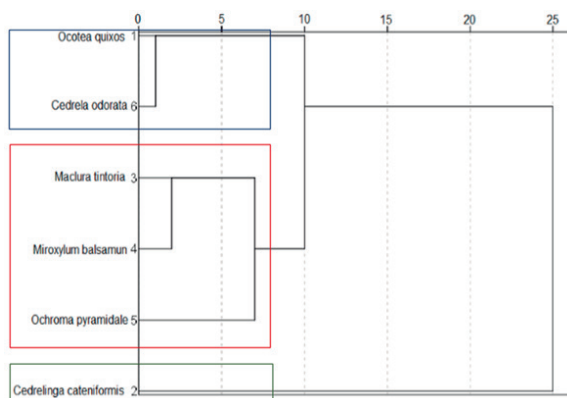
	Relaciones e índices				
	R	E	QI	IF	GL
<b>Oq</b>	1,27±2,05 <sup>b</sup>	10,25±0,41 <sup>c</sup>	0,56±0,15 <sup>b</sup>	0,36±0,11 <sup>d</sup>	9,92±0,05 <sup>d</sup>
<b>Cc</b>	0,94±1,04 <sup>d</sup>	9,78±0,20 <sup>c</sup>	0,23±0,14 <sup>c</sup>	1,21±0,07 <sup>b</sup>	32,19±0,02 <sup>a</sup>
<b>Mt</b>	1,27±1,55 <sup>c</sup>	16,25±0,32 <sup>b</sup>	0,12±0,10 <sup>d</sup>	0,41±0,05 <sup>c</sup>	17,56±0,05 <sup>c</sup>
<b>Mb</b>	1,04±0,57 <sup>c</sup>	15,79±0,23 <sup>a</sup>	0,14±0,16 <sup>d</sup>	0,85±0,05 <sup>bc</sup>	21,36±0,07 <sup>b</sup>
<b>Op</b>	1,03±0,45 <sup>a</sup>	7,58±0,16 <sup>d</sup>	0,30±0,11 <sup>c</sup>	2,18±0,10 <sup>a</sup>	20,03±0,02 <sup>b</sup>
<b>Co</b>	1,13±0,85 <sup>bc</sup>	10,15±0,18 <sup>c</sup>	0,64±0,24 <sup>a</sup>	0,56±0,19 <sup>bc</sup>	10,39±0,07 <sup>c</sup>

**Leyenda:** Letras desiguales difieren significativamente para la prueba de Tukey al 0,05 % de significación. Relación peso seco aéreo peso seco radical (R), esbeltez (E), índice de calidad de Dickson (QI), índice de fibrosidad (IF), grado de lignificación (GL), *O. quixos* (Oq), *C. cateniformis* (Cc), *M. tintoria* (Mt), *M. balsamun* (Mb), *O. pyramidale* (Op) y *C. odorata* (Co)).

**Elaborado por:** Autores

El dendrograma jerárquico (Figura 1) a partir del método de distancia entre grupos permitió la clasificación de especies, a partir de la integración de 11 variables empleadas en el diagnóstico de calidad morfológica de las plantas producidas en las condiciones de vivero. Se obtuvo tres grupos de especies en función de la calidad morfológica, considerando una distancia de corte alrededor de ocho unidades euclidianas. El primer grupo estuvo conformado por las especies *O. quixos* y *C. odorata*, las cuales siguen un patrón mayormente marcado por su producción de biomasa; el segundo grupo por

*M. tintoria*, *M. balsamun* y *O. pyramidale* determinado por la baja calidad morfológica y el último compuesto por *C. cateniformis*, la cual manifiesta una diferenciación del resto, dado por su grado de lignificación que les confiere mayor aclimatación a las condiciones ecológicas. Estos resultados permiten afirmar que los indicadores de calidad morfológica de las plantas determinan la existencia de grupos de especies, resultando una información de gran utilidad para proyectos de forestación, repoblación o restauración de bosques degradados.



**Figura 1.** Dendrograma jerárquico para la clasificación de especies forestales producidas en vivero de acuerdo a su calidad morfológica.

## Conclusiones

El diagnóstico realizado a partir de los parámetros e índices de calidad morfológica resulta una herramienta viable para los viveristas forestales, lo que permite seleccionar las especies de interés maderable que se encuentran aptas y de mejor calidad para su aclimatación a las condiciones ambientales de la Amazonía, lo que permitirá minorizar los costos en los programas de restauración forestal, a partir de la selección de plantas de mejor calidad que suplan las necesidades de plantación.

El método de clasificación permitió la formación de grupos de especies en función de los atributos e índices de calidad morfológica. La separación de los grupos estuvo determinada por la mayor producción de biomasa, grado de lignificación y la baja calidad morfológica.

Las especies *C. odorata*, *C. cateniformis* y *O. quixos* resultaron de mayor calidad y con condiciones adecuadas a los tres meses de aviveramiento, lo que se reflejará en su respuesta postransplante, capacidad de supervivencia y mayor potencialidad de crecimiento y desarrollo en condiciones amazónicas.

## Literatura Citada

Barnett, J.P. (1984). Relating seedling physiology to survival and growth in container-grown southern pines. En: Duryea, M. L., Brown, G. N. (Eds.): Seedling physiology and reforestation success. Nijhoff/Junk Pub. 157-178 p.

Brissette, J.C., Barnett, J.P. y Landis, T.D. (1991). Container seedlings. En: Duryea, M.L. y Dougherty, P.M. (Eds.) Forest Regeneration Manual. Kluwer Academic Publishers, The Nether-

lands. 117-141p.

Castillo, I. (2001). Efecto del sustrato en el cultivo de la especie *Eucalyptus grandis* en vivero utilizando tubetes plásticos en la EFI Guanahacabibes. Tesis (en opción al Título de Master en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río. Cuba. 100 pp.

Da Mata, A. (2009). Evaluación de la calidad de la planta de *Cedrela odorata* L. cultivada en vivero mediante diferentes métodos. Trabajo de Diploma de la Universidad de Pinar del Río.

Delgado, M. (2009). Comportamiento de los parámetros de calidad de la *Genipa americana* con sustratos orgánicos en viveros con tubetes.

Tesis (en opción al Título de Master en Ciencias Forestales). Universidad de Pinar del Río.

Landis, T. D; Tinus, R. W; Mc Donal; S. E y Barnett, J. P. (2000). The container Tree Nurser manual, Vol 2 Agric. Handbk.674. Washington, D.C.U.S. Department of agriculture, forest Service 88 p.

Mexal, J.G. y Landis, T.D. (1990). Target seedling concepts: height and diameter. In Target seedling symposium: proceedings, combined meeting of the Western Forest Nursery Associations. Roseburg, Oregon. USDA, Forest Service. 286 p.

Mexal, J. G. and T. D. Landis. (1990). Target seedling concepts: height and diameter. In: Rose, R. S., J. Campbell y T. D. Landis (eds.). Target seedling imposium Proceedings, Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations. General Technical Report R. M-200. USDA Forest Service. Roseburg, OR, USA. pp. 17-36.

- Muñoz Flores, H. J., Sáenz Reyes, J. T., Coria Avalos, V. M., García Magaña, J. D. J., Hernández Ramos, J., Quijada, M., & Eduardo, G. (2015). Calidad de planta en el vivero forestal La Dieta, Municipio Zitácuaro, Michoacán. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 6(27), 72-89.
- Navarro, C.R. y Calvo. M.J. (2002). Efecto de la fertilización de crecimiento con nitrógeno sobre la arquitectura y el contenido de almidón en la raíz de brinzales de *Pinus halepensis* Mill.; *Pinus pinaster* Aiton.; *Pinus pinea* L. *Scientia gerundensis*. 26:5-21.
- Navarro, R., & Del-Campo, A. (2005). Evaluación de la calidad de lotes comerciales de encina (*Quercus ilex* L. subs. *ballota* (Desf.) Samp.) y acebuche (*Olea europaea* L. var. *sylvestris* Brot.): tres años de ensayos. *Actas del IV Congreso Forestal Español*. Mesa 2 N° 54. Zaragoza.
- Oliet J. A. (2000). La calidad de la planta forestal en vivero. Ed. (ETSIAM) Escuela Técnica superior de Ingenieros de Montes de Córdoba. España. 93p.
- Peñuelas, J. y Ocaña, L. (1991). La calidad de la planta forestal. *Jornada sobre la situación actual y técnicas modernas para la producción de posturas*. Madrid. 50 p.
- Pérez, V., & Rodríguez, H. (2016). Producción de plantines de calidad de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schldl. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Prieto, R., J., Sigala, R., J., Pinedo, L., S., García, R., J. L., Madrid, A., R. E., García, P., J. L. y Mejía, B., J. M. (2009). Calidad de planta en los viveros forestales del Estado de Durango. INIFAP. CIRNOC. Campo Experimental Valle del Guadiana. Folleto Num. 30. Durango, México. 81 p.
- Prieto P., J.A., & Sáenz, J. T. (2011). Indicadores de la calidad de planta en viveros de la sierra madre occidental. Libro Técnico Núm. 3. Campo Experimental Valle del Guadiana. Centro de Investigación Regional Norte Centro. INIFAP. Durango, Dgo. México. 212 P.
- Rodríguez, T., D. A. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Mundi-Prensa. UACH-ANCF. México, D. F. 156 p.
- Serrada, R. (1995). *Apuntes de Repoblados Forestales*. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Editorial Conde de Valle Salazar. España. 379 p.
- South, D.B. (2000). Planting morphologically improved pine seedlings to increase survival and growth. *Forestry and Wildlife Research Series N° 1*. Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University, Alabama. 12 p.
- Thompson, B.E. (1985). Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking. In: *Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test*. M.L. Duryea eds. Forest Research Laboratory. Oregon State University. 59-69 p.
- Villar, S.P. (2003). Importancia de la calidad de la planta en los proyectos de revegetación. En: *Restauración de Ecosistemas en Ambientes Mediterráneos*. Rey-Benayas, J. M., Espigares.
- Zavala Najera, J. M., Hernández Centeno, F. A., Ornelas Paz, J. D. J. C. A., & Ochoa Reyes, E. C. A. (2017). Atributos de calidad y contenido de compuestos bioactivos en diversos ecotipos de Chiltepín (*Capsicum annum* var. *L. glabriusculum*).



## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Reciprocidad y trabajo asalariado en comunidades indígenas: El caso de los Kichwa y los Shuar de la Amazonía ecuatoriana

Reciprocal and wage labor in indigenous communities: The case of the Kichwa and the Shuar of the Ecuadorian Amazon

Cristian Vasco<sup>1</sup>, Alexandra Torres<sup>2</sup>, María Isabel Jaramillo<sup>3</sup>, Shirley Huerta<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador

<sup>2</sup> Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador

<sup>3</sup> Instituto Superior Tecnológico Ismael Pérez Pazmiño, Machala

<sup>4</sup> Universidad Metropolitana, Guayaquil, Ecuador

Autor de correspondencia: clvasco@uce.edu.ec (C. Vasco)

### Resumen

El trabajo recíproco ha sido tradicionalmente la forma en que las poblaciones indígenas acceden a la mano de obra necesaria para tareas agrícolas. Sin embargo, este sistema de intercambio se encuentra en riesgo debido al acelerado proceso de integración a la economía de mercado de los pueblos indígenas. Con datos de una encuesta de hogar, este estudio analiza las motivaciones de hogares indígenas de la Amazonía ecuatoriana para participar en esquemas de trabajo recíproco y para contratar mano de obra asalariada. Los resultados de análisis multivariados muestran que los hogares que participan más veces en trabajo recíproco son aquellos que cuentan con una mayor dotación de mano de obra marginal (mujeres y niños) y viven más alejados de las zonas urbanas. Por contraparte, los hogares que reciben ingresos no agrícolas y tienen una mayor extensión de terreno dedicado a cultivos comerciales recurren más a la contratación de jornaleros para tareas agrícolas.

**Palabras clave:** Trabajo recíproco, trabajo asalariado, Amazonía ecuatoriana.

### Abstract

Reciprocal work has traditionally been the way in which indigenous populations accessed labor force for agricultural tasks. However, this exchange system is currently under risk due to the indigenous peoples' accelerated process of integration into the market economy. With data from a household survey, this study analyzes the motivations to participate in reciprocal labor schemes and to hire paid wage labor by indigenous peoples in the Ecuadorian Amazon. The results of multivariate analyses show that households that participate more in reciprocal work are those which have more marginal labor force (women and children) and reside faraway urban areas. In contrast, households that receive non-agricultural income and have more land devoted to cash crops use more hired labor force for agricultural tasks.

**Keywords:** Reciprocal work, wage work, Ecuadorian Amazon.



## **Introducción**

El trabajo recíproco ha sido tradicionalmente una actividad común entre los habitantes de áreas rurales de los países en desarrollo. La literatura acerca de este tema incluye descripciones y estudios de estas prácticas en países tan diversos como Perú (Erasmus, 1956; Guillet, 1980), Ecuador (Erasmus, 1956; Ferraro, 2004), Venezuela (Hames, 1987), México (Cohen, 1999), Camerún (Geschiere, 1995), Tanzania (Ponte, 2000), Uganda (Shiraishi, 2006), Nepal (Adams, 1992), e Indonesia (Gilligan, 2004).

Las motivaciones para participar en estas actividades son de diferente índole. En el caso del intercambio de mano de obra, estudios previos (Mayer y Zamalloa, 1974; Sánchez Parga, 1984) sostienen que por medio de esta práctica los hogares rurales han sido capaces de llevar a cabo tareas agrícolas que no podrían ser realizadas únicamente con mano de obra familiar. En algunos casos, los incentivos para participar en trabajo comunitario están vinculados a los beneficios a ser obtenidos de proyectos de trabajo comunitario (Cohen, 1999; Ferraro, 2004), a la posibilidad de acceder a recursos naturales comunitarios (Mayer, 1974), e incluso a la reafirmación de la identidad comunitaria (Cohen, 1999; Sánchez Parga, 1984). En el caso de la Amazonía, Godoy (2001) argumenta que el intercambio y la reciprocidad son importantes debido a que tienden a mejorar las condiciones de vida de los más vulnerables y son una “red de salvación” para los más pobres en momentos de escasez y colapso económico. Por tanto, la pérdida y erosión del intercambio de mano de obra en zonas rurales de los países menos desarrollados va en detrimento de la población más pobre, incapaz de contratar mano de obra asalariada para sus cultivos de subsistencia. Sin embargo, esta forma de reciprocidad es amenazada por diversos factores como: la penetración de la economía de mercado y la, cada vez más frecuente, participación en la agricultura comercial y el empleo no agrícola asalariado (Vasco et al.,

2015).

Pese a estos antecedentes, ha sido escasa la literatura que ha abordado empíricamente las motivaciones de los hogares rurales para intercambiar mano de obra. Entre la escasa literatura disponible, Vasco (2014) argumenta que el trabajo recíproco es más común entre hogares indígenas afincados en lugares remotos. En el sur de Ecuador, Gray (2009) determina que los hogares con migrantes internacionales que cuentan con mayor número de parcelas, son aquellos que más intercambian mano de obra. Sin embargo, ¿son aplicables estos hallazgos a poblaciones indígenas de la Amazonía? Este estudio avanza en el estado del arte de las motivaciones de los hogares rurales para participar en esquemas de trabajo recíproco y para contratar mano de obra asalariada, utilizando una base de datos de hogares Kichwa y Shuar de la Amazonía ecuatoriana.

El contexto: los Kichwa y los Shuar de la Amazonía ecuatoriana

Los Kichwa Canelos son los habitantes tradicionales de la provincia de Pastaza. Su número asciende a aproximadamente 18,000 individuos (INEC, 2010). Varios estudios (Guzmán-Gallegos, 1997; Uzendoski, 2004) describen que los Kichwa amazónicos se dedican principalmente a la agricultura de subsistencia, principalmente yuca (*Manihot esculenta*) y plátano (*Musa sp.*), la recolección de productos del bosque, y la caza y la pesca, en niveles sustentables y con poco impacto sobre el medio ambiente. Sin embargo, otros estudios describen que los Kichwa, principalmente aquellos asentados cerca de carreteras y centros poblados están cada vez más integrados a la economía de mercado y han adoptado otras formas de producción incluyendo la agricultura orientada al mercado, ganadería y la explotación de madera (Vasco et al., 2015). Los Kichwa controlan alrededor de 1,400,000 ha en Pastaza bajo un esquema de derechos de usufructo. Si bien las densidades poblacionales en comunidades Kichwa son relativa-



mente bajas, Sirén (2007) argumenta que, en el futuro próximo, pueden existir problemas de escasez de tierra agrícola en comunidades con densidades poblacionales relativamente altas. En términos de participación

Los Shuar son los habitantes tradicionales de la Amazonía Sur de Ecuador, principalmente de la provincia de Morona Santiago, donde reside el 80% de la población Shuar del Ecuador (INEC, 2010). Durante los sesenta y setenta, como una estrategia para contrarrestar el asentamiento de colonos en sus territorios, los Shuar reclamaron derechos ancestrales comunitarios sobre extensas áreas de bosque en Morona Santiago con el apoyo de ONGs católicas (Rudel et al., 2002). Para este efecto, los Shuar siguieron la misma estrategia utilizada por los colonos-mestizos en la Amazonía, es decir, tumbiar una porción de bosque, plantar pasto y establecer pequeños rebaños de ganado (Rudel et al., 2002). Esta estrategia fue utilizada no solo en sus territorios nativos sino también en las provincias hacia el Norte (Pastaza, Napo y Orellana), donde han establecido comunidades y han incursionado en actividades como la agricultura comercial, la ganadería, la explotación de madera y el empleo no agrícola (Bremner & Lu, 2006). La población Shuar de Pastaza asciende a 5,600 individuos quienes se asientan mayoritariamente a lo largo de la vía hacia Morona Santiago (INEC, 2010). Aunque los Shuar de Pastaza controlan alrededor de 200,000 ha bajo esquemas de propiedad comunitaria (Prefectura de Pastaza, 2012), las densidades poblacionales en comunidades Shuar son mayores que las observadas en comunidades Kichwa (Vasco & Sirén, 2016), lo que podría tener importantes implicaciones en el uso y conservación de recursos naturales.

#### Área de estudio y encuesta

Pastaza es la provincia más extensa, pero a la vez la menos poblada de Ecuador. La parte occidental, donde se concentran los centros urbanos, está poblada principalmente por colonos mientras que la parte oriental es habitada fundamentalmente por nacionalida-

des indígenas, las cuales representan el 60 % de la población rural de Pastaza (INEC, 2010), siendo las más numerosas las etnias Kichwa y Shuar, quienes poseen derechos ancestrales comunitarios sobre extensos territorios y normalmente ganan su sustento de la agricultura de subsistencia (plátano y yuca) y la recolección de productos del bosque, caza y pesca (Prefectura de Pastaza, 2012). Sin embargo, en las últimas décadas los indígenas también han incursionado en la agricultura orientada al mercado y la extracción de madera con fines comercial.

Los datos utilizados provienen de encuestas de hogar y comunidad llevadas a cabo entre mayo y noviembre de 2013. Las encuestas se elaboraron en base a la metodología PEN (Poverty and Environment Network) para bosques tropicales (Cavendish, 2003). El cuestionario se diseñó para obtener información demográfica, sobre el uso del suelo, uso de recursos naturales, ingresos (agrícolas y no agrícolas) y bienes del hogar. Para la recolección de datos se utilizó un muestreo multietápico. En la primera etapa se seleccionaron 13 comunidades siguiendo criterios de accesibilidad, infraestructura y etnia (ver Cavendish, 2003). En la segunda etapa se seleccionaron hogares aleatoriamente dentro de cada comunidad. En total se encuestaron 6 comunidades Shuar y 7 comunidades Kichwa (Tabla 1) para un total de 220 hogares distribuidos de la siguiente manera: 116 hogares Kichwa, 104 hogares Shuar (Figura 1). El procedimiento utilizado y la muestra obtenida aseguran una buena representación de la diversidad de realidades y grados de desarrollo de Pastaza.

Tabla 1. Comunidades en la muestra.

Comunidad	Población	Grupo étnico predominante	Medio de acceso	de	Tiempo al Puyo (horas)
Centro Yu	50	Shuar	Carretera tierra	de	1.5
Shiram Popunas	141	Shuar	Sendero		6.0
Sharupi	94	Shuar	Sendero		3.0
Chapintsa	420	Shuar	Carretera tierra	de	2.0
Pitirishka	250	Shuar	Carretera pavimentada		0.75
Chubitayu	1125	Shuar	Carretera pavimentada		1.0
Iskayaku	60	Kichwa	Sendero		3.0
Shiwa Kucha	310	Kichwa	Carretera tierra	de	2.0
Jaime Roldós	75	Kichwa	Río		8.0
Killoalpa	75	Kichwa	Río		8.0
Nuevo San José	150	Kichwa	Río		8.0
Santa Cecilia	150	Kichwa	Carretera tierra	de	3.5
Canelos	1200	Kichwa	Carretera tierra	de	1.0

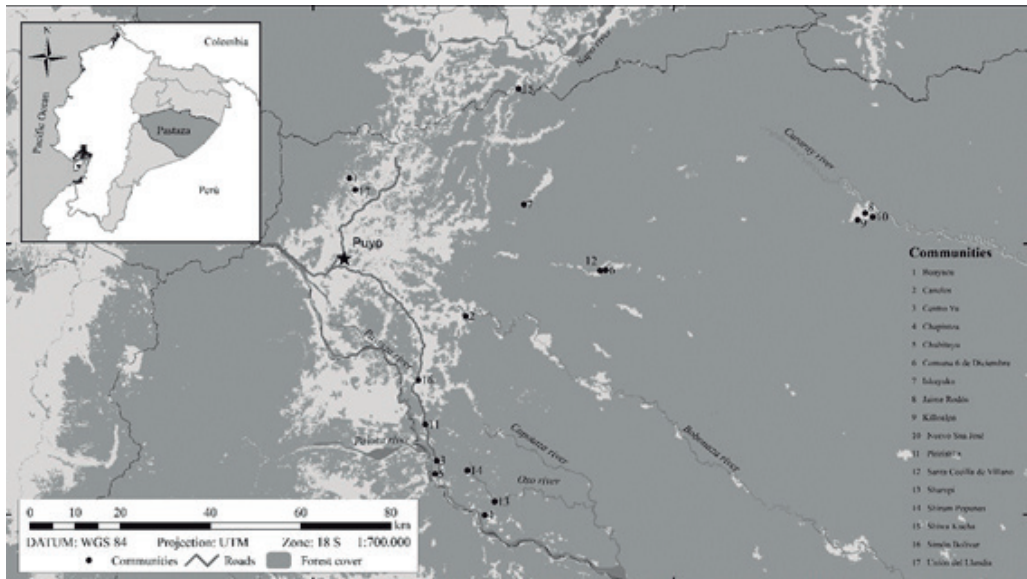


Figura 1. Área de estudio en Pastaza.

## Metodología

Para establecer los determinantes de la participación de un hogar en trabajo recíproco, se utilizó un modelo de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) de la siguiente forma:

$$R_i = \beta_i X_i + \epsilon_i \quad (1)$$

donde R es el número de veces que un hogar i ha participado en trabajo recíproco durante los últimos 12 meses, X es un vector de variables de hogar y comunidad que serán descritas en la sección de resultados,  $\beta$  es un vector de coeficientes y  $\varepsilon$  es el término de error

En tanto, para la determinación de las motivaciones de un hogar indígena amazónico para contratar mano de obra salariada se utilizó un modelo Tobit de la siguiente estructura:

$$J_i^* = \beta X_i \quad (2)$$

$$J_i = 0 \text{ cuando } J_i^* \leq 0$$

$$J_i = J_i^* \text{ cuando } J_i^* > 0$$

donde J es el número de jornales que un hogar i ha contratado en los últimos 12 meses, X el vector de variables independientes arriba mencionadas y  $\beta$  es un vector de coeficientes.

### Resultados y Discusión

La primera columna de la Tabla 2 muestra los resultados de una regresión lineal con el número de veces que un hogar participó en trabajo recíproco como la variable dependiente. Los resultados indican que los hogares Shuar participan más en trabajo recíproco que sus pares Kichwa. Los hogares con mayor número de mujeres y de niños participan más en trabajo recíproco. Una posible explicación para este resultado se encuentra en los trabajos de Vasco (2014) y Vasco (2013) quien sugiere que este resultado se debe a que el trabajo recíproco es principal-

mente realizado por mano de obra marginal del hogar, es decir, mujeres y niños. En el caso de la variable tiempo a zona urbana, los resultados indican que mientras más lejano de la ciudad se encuentre un hogar, más participa en trabajo recíproco. Esto sugiere que los hogares ubicados en zonas más remotas no pueden acceder a mano de obra asalariada y por eso dependen del trabajo recíproco para labores agrícolas. Alternativamente, este hallazgo podría reflejar que la cercanía a zonas urbanas incrementa las posibilidades de incursionar en el empleo no agrícola asalariado (Jonasson & Helfland, 2010).

**Tabla 2.** Determinantes de la participación en trabajo recíproco y contratación de mano de obra salariada.

Variable	Trabajo recíproco (OLS)	Mano de obra asalariada (Tobit) (efectos marginales)
Edad	0.748	0.834
Edad al cuadrado	-0.008	-0.009
Educación	0.344	-0.582
Shuar (0/1)	12.680***	-10.235***
Mujeres en el hogar	16.96**	-3.979
Menores en el hogar	15.357***	-1.025
Tiempo a zona urbana	8.538***	-3.389
Riqueza	-0.974	1.469
Empleo no agrícola (0/1)	-4.949	11.769**

Área agricultura de subsistencia	-4.079	4.063
Área agricultura comercial	4.764	0.049**
Densidad	0.035	0.455
Número de observaciones	220	220
F>0.000	5.57***	26***

Notas: \*. \*\* y \*\*\* representan significación estadística al 10, 5 y 1% respectivamente. (0/1) indica que la variable es dicotómica.

En el caso de la mano de obra asalariada, los resultados indican que los Shuar son menos proclives que sus pares Kichwa a contratar mano de obra asalariada, lo cual es consistente con el resultado obtenido para participación en trabajo recíproco y sugiere que los hogares Shuar suplen la mayor parte de su demanda de mano de obra agrícola por medio de trabajo recíproco. Otro hallazgo importante es que los hogares que reciben ingresos no agrícolas son más proclives a contratar mano de obra asalariada. Esto es consistente con resultados previos (Vasco et al., 2015) y sugiere que los hogares con miembros de hogar que cuentan con empleo no agrícolas no cuentan con la mano de obra familiar suficiente para llevar a cabo las labores agrícolas, y por tanto contratan mano de obra asalariada para las mismas. Finalmente, el número de jornales contratados por un hogar se incrementa con el área dedicada a cultivos comerciales, lo cual indica que los hogares involucrados en la agricultura comercial cuentan con los recursos necesarios para contratar mano de obra asalariada.

## Conclusiones

Este estudio ha analizado las motivaciones de hogares indígenas de la Amazonía ecuatoriana para participar en esquemas de trabajo recíproco y contratar mano de obra asalariada. Los resultados indican que los hogares que participan más veces en trabajo recíproco son aquellos que cuentan con una mayor dotación de mano de obra marginal (mujeres y niños) y viven más alejados de las zonas urbanas. Por contraparte, los hogares que reciben ingresos no agrícolas y tienen una mayor extensión de terreno dedicado a culti-

vos comerciales recurren más a la contratación de jornaleros para tareas agrícolas.

## Literatura Citada

- Bremner, J., & Lu, F. (2006). Common property among indigenous peoples of the Ecuadorian Amazon. *Conservation and Society*, 4(4), 499-521.
- Cavendish, W. (2003). How do forests support, insure and improve the livelihoods of the rural poor? A research note. Center for International Forestry Research. Bogor, Indonesia.
- Cohen, J. H. (1999). Cooperation and community: economy and society in Oaxaca. Master's thesis University of Texas Press, Austin.
- Ferraro, E. (2004). Reciprocidad, Don y Deuda. Formas y Relaciones de Intercambios en los Andes de Ecuador: La Comunidad de Pesillo. FLACSOABYA-YALA, Quito, Ecuador.
- Geschire, P. (1995). Working Groups or Wage Labour? Cash-crops, Reciprocity and Money among the Maka of Southeastern Cameroon. *Development and Change*, 26, 503- 523.
- Godoy, R. (2001). Indians, markets, and rainforests: Theory, methods, and analysis. New York, NY: Columbia University Press.
- Gray, C. L. (2009). Rural out-migration and smallholder agriculture in the southern Ecuadorian Andes. *Population and Environ-*

- ment, 30, 193–217.
- Guzmán-Gallegos, M. A. (1997). Para que la yuca beba nuestra sangre: trabajo, género y parentesco en una comunidad quichua de la Amazonía Ecuatoriana. Editorial Abya Yala.
- Guillet, D. (1980). Reciprocal Labor and Peripheral Capitalism in the Central Andes. *Ethnology*, 19(2), 151–167.
- Hames, R. (1987). Garden labor exchange among the Ye'kwana. *Ethnology and Sociobiology*, 8(4), 259.
- INEC. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010.
- Jonasson, E., Helfand, S.M., 2010. How important are locational characteristics for rural non-agricultural employment? Lessons from Brazil. *World Development*, 38(5), 727-741.
- Prefectura de Pastaza, 2012. Plan de Desarrollo de la Provincia de Pastaza al año 2025.
- Rudel, T., Bates, D., & Machinguiashi, R. (2002). Ecologically Noble Amerindians? Cattle Ranching and Cash Cropping among Shuar and Colonists in Ecuador. *Latin American Research Review*, 37(1), 144-159.
- Sirén, A. H. (2007). Population growth and land use intensification in a subsistence-based indigenous community in the Amazon. *Human Ecology*, 35(6), 669-680.
- Uzendoski, M. A. (2004). Manioc beer and meat: value, reproduction and cosmic substance among the Napo Runa of the Ecuadorian Amazon. *Journal of the Royal Anthropological Institute*, 10(4), 883-902.
- Vasco, C. (2013). Factores determinantes del trabajo recíproco y del uso de mano de obra salariada en el Ecuador rural. *EUTOPIA*, 4,59-71.
- Vasco, C. (2014). Reciprocal and wage labour in rural Ecuador. A quantitative analysis. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 115, 23-30.
- Vasco, C., Bilsborrow, R., & Torres, B. (2015). Income diversification of migrant colonists vs.indigenous populations: Contrasting strategies in the Amazon. *Journal of Rural Studies*, 42, 1-10.
- Vasco, C., & Sirén, A. (2016). Correlates of wildlife hunting in indigenous communities in the Pastaza province, Ecuadorian Amazonia. *Animal Conservation*.



## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

### Las ONGs y su impacto en la adopción de tecnologías: Caso productores de cacao del cantón Quinsaloma, Ecuador.

Luis Fernando Simba Ochoa<sup>1</sup>, Betty Beatriz González Osorio<sup>2</sup>, Emma Danielly Torres Navarrete<sup>3</sup>, Luis Alonso Vallejo Sevillano<sup>4</sup>, Glenda María Gaibor Indio<sup>1</sup>, Ramiro Remigio Gaibor Fernández<sup>1</sup>.

1 Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Campus "La María" km 7 vía Quevedo-El Empalme. EC.120501. Mocache, Ecuador. [lsimba@uteq.edu.ec](mailto:lsimba@uteq.edu.ec)

2\*Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Campus Ing. Manuel Haz Álvarez, km 1.5 vía a Santo Domingo de los Tsáchilas. EC.120501. Quevedo, Ecuador. [bgonzalez@uteq.edu.ec](mailto:bgonzalez@uteq.edu.ec) (autor para correspondencia).

3 Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Campus "La María" km 7 vía Quevedo-El Empalme. EC.120501. Mocache, Ecuador. [etorres@uteq.edu.ec](mailto:etorres@uteq.edu.ec)

4 Consultor en Estudios de Población y bioestadística, [luisalsonsovs@yahoo.com](mailto:luisalsonsovs@yahoo.com)

## Resumen

El estudio se realizó en el cantón Quinsaloma provincia de Los Ríos, Ecuador, con la finalidad de determinar el nivel de adopción de tecnología en el cultivo de cacao. Se encuestó a 68 beneficiarios de tres ONGs [(ADVI-VOCA (25), MCCH (22), ANECACAO (21))] y 27 productores que no reciben AT, aplicándose un muestreo aleatorio simple, y considerando a los agricultores que en sus propiedades tengan cultivos de cacao nacional (CN) y Colección Castro Naranjal (CCN-51) y cuya edad de la plantación sea homogénea. Los datos se tabularon mediante SPSS versión 13. Se estableció que las ONGs utilizaron varias estrategias de capacitación y acompañamiento hasta la poscosecha y comercialización. El mayor incremento en la productividad para CN se encontró en los productores asesorados por ACADI-VOCA (105.56%); y para CCN-51 los asesorados por ANECACAO (189.74%). Al comparar la productividad del CN y CCN-51 de los agricultores que recibieron AT con relación a los que no recibieron, en el caso del CN fue de 42.31%, 33.33% y 48.72% y para CCN-51 fue de 105.74%, 140.47% y 159.77% para cada ONG respectivamente. La mayor Rentabilidad la obtuvieron los agricultores que recibieron AT por parte de ANECACAO con 60.64% (CN) y 130.08% (CCN-51). El excedente económico del incremento de la superficie sembrada como de la producción fue superior al 50% con desplazamiento positivo de la curva de la oferta y el último, el impacto en la productividad también es positivo ya que el incremento promedio de la producción fue 100.11 por ciento.

**Palabras clave:** Cacao Nacional, CCN51, excedente económico, impacto.

## Summary

The study was carried out in Quinsaloma canton, Los Ríos province, Ecuador, in order to determine the level of adoption of technology in cocoa cultivation. 68 beneficiaries of three ONGs were surveyed [(ADVI-VOCA (25), MCCH (22), ANECACAO (21))] and 27 producers that they do not receive TA, applying a simple random sampling, considering the farmers that in their properties have national cocoa (CN) and Castro Naranjal Collection (CCN-51) and whose plantation age is homogeneous. The data were tabulated by SPSS version 13. It was established that ONGs used various training and accompaniment strategies until post-harvest and commercialization The greatest increase in productivity for CN was found in the producers advised by ACADI-VOCA (105.56%), and for CCN-51 those advised by ANECACAO



(189.74%), when comparing the productivity of the CN and CCN-51 of the farmers who received TA in relation to those who did not receive, in the case of the CN. It was 42.31%, 33.33% and 48.72% and for CCN-51 it was 105.74%, 140.47% and 159.77% for each NGO respectively. Higher Profitability was obtained by farmers cattle that received AT from ANECACO with 60.64% (CN) and 130.08% (CCN-51). The economic surplus of the increase in the area grown are the production was greater than 50% with positive displacement of the supply curve and the last one, the impact on productivity is also positive since the average increase in production was 100.11 percent.

**Keywords:** National Cocoa, CCN51, economic surplus, impact.

## **Introducción**

En Ecuador existe un tipo de cacao único en el mundo conocido con el nombre de “Nacional”, caracterizado por tener una fermentación muy corta y dar un chocolate suave de buen sabor y aroma, por lo que es reconocido a nivel mundial con la clasificación fino o de aroma. Este cacao está en manos de 94,855 UPAS; de ellas, 59% son pequeños productores de menos de 10 ha.; 31% están entre el 11 y 50 ha.; y, 11% son productores de más de 50 ha (MAGAP y FAO 2010).

En Ecuador de acuerdo a las últimas cifras nacionales, el 51,6% de los cultivos sobrepasa los 20 años de edad, lo cual repercute en un bajo rendimiento (promedio nacional: 5-7 qq.ha-1) (MAGAP y FAO 2010). Sin embargo, en los últimos años, poco a poco se ha ido renovando y rehabilitado este cultivo con la introducción de nuevas variedades y capacitación a productores, a través de instituciones estatales u Organismos no gubernamentales (ONGs), lo que puede derivar en un éxito relativo medido por el incremento de la producción (INEC-ESPAC, 2009).

El manejo de las unidades productivas es muy diverso algunos productores mantienen una producción tradicional, con poca o nula implementación tecnológica en sus propiedades, y con una densidad por hectárea inferior a la recomendada. Una de las limitantes en la producción radica en que las familias productoras tienen poco conocimiento y destrezas en la reproducción y propagación del cacao y en el manejo agro-

forestal que tienen en su cacaotal (Baker y Villalobos 2010). Otros en cambio han adoptado tecnologías generadas para el manejo agronómico del cultivo, lo que les ha permitido alcanzar mejores rendimientos. Estas diferencias son las que hacen que el rendimiento promedio nacional, sea bajo, especialmente si se compara con el promedio de rendimiento de los materiales mejorados, el cual puede superar los 1000 kg.ha-1.

El cantón Quinsaloma es uno de los 13 cantones de la provincia de Los Ríos, donde la explotación agrícola es el eje principal para las familias, entre ellas el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). Gran parte de la producción de los cacaotales en este cantón proviene de huertas que son manejadas en forma tradicional, aunque existen tecnologías disponibles, éstas son poco adoptadas debido a que los agricultores cuando no están familiarizados con una especie o una práctica tienden a adoptarla cautelosamente de manera experimental y las expanden gradualmente a pequeña escala en la finca (Current et al, 1995).

El papel de las ONGs, en Ecuador ha estado encaminado a la capacitación de productores en el manejo de los principios de la sostenibilidad o principios agroecológicos, de allí que haya un componente fuerte de capacitación por medio de talleres, giras en campo, y la demostración de las prácticas en fincas.

Generalmente, las propuestas se van enriqueciendo poco a poco, a medida que los productores las van aceptando. La recuperación de prácticas tradicionales y su enrique-

cimiento también tiende a hacerse sobre la marcha, con la ventaja de que este conocimiento se puede verificar en las mismas zonas de trabajo y puede mostrarse a otros productores inmediatamente (Cantor 2010). Debido al gran interés que ha despertado el cultivo de cacao en los últimos años, las actividades orientadas a la transferencia de tecnología, que si bien es cierto han sido continuas, se han intensificado, con eventos de capacitación de toda índole, donde los productores, han sido informados sobre los beneficios de implementar nuevas tecnologías amigables con el ambiente, para aumentar sus ganancias, además de mejorar la calidad del producto y su competitividad exportable, tarea que ha sido ejecutada por organismos gubernamentales y no gubernamentales.

Algunas de estas ONGs se encuentran realizando trabajos de voluntariado en Quinsaloma, entre las cuales se destacan tres: ACDI-VOCA, MCCH y ANECACAO, tienen varios años trabajando con grupos de productores transfiriendo conocimientos sobre los mecanismos más eficientes para mejorar la producción del cacao, su trabajo se focaliza en crear y mejorar oportunidades económicas para agricultores y emprendedores rurales de pequeña y mediana escala promoviendo y fortaleciendo la organización comunitaria, sin embargo, se desconoce si su presencia y trabajo en la zona ha causado impactos en las economías campesinas del sector.

Lo anterior permitió plantear como objetivo determinar el impacto de la Asesoría Técnica de las ONGs en el mejoramiento del nivel de ingreso de las pequeñas economías campesinas que están dedicadas al cultivo de cacao en el cantón Quinsaloma, provincia de Los Ríos.

### Materiales y métodos

La investigación se realizó en el cantón Quinsaloma, provincia de Los Ríos, su ubicación geográfica está a los 79°18' y 79°28' longitud Oeste y 0°59' y 1°19' latitud

Sur, a 28 msnm, situado en la parte meridional de la región denominada el Triángulo de Oro del Ecuador, la extensión territorial alcanza los 275 km<sup>2</sup> (Figura 1).

La estrategia utilizada para la ejecución de la investigación fue la técnica de la encuesta directa a productores de cacao, con estructuración de tipo cuanti-cualitativo y una dimensión temporal de tipo transversal, es decir los datos se tomaron en un solo corte de tiempo (Torres et al., 2013).

Se seleccionaron agricultores que reciben asistencia técnica por parte de las organizaciones no gubernamentales y cuyas UPAS sean inferiores a 10 ha y el cultivo principal fuera el cacao.

Para determinar la población de los agricultores que recibieron AT se extrajo la información secundaria de las ONGs ACDI-VOCA, MCCH y ANECACAO cuya población en cada organización fue 250, 100 y 80 agricultores, y para los que no recibieron Asistencia Técnica se tomó una población de 1315 productores de los cuales el 70% fueron productores que siembran cacao nacional y el 30% cacao CCN-51.

Para determinar el tamaño de la muestra se aplicó el muestreo aleatorio simple, sobre el cual todos y cada uno de los individuos de la población tienen la misma oportunidad de ser seleccionados como parte de la muestra (Santoyo-Cortés et al., 2000), la ecuación aplicada fue:

$$n = \frac{(N)(Z^2 \infty/2)(pn)(qn)}{(N - 1)(d^2) + (Z^2 \infty/2)(pn)(qn)}$$

Donde:

n = tamaño de la muestra.

N = población total o universo

d = 9.5% (error muestral).

Z = 1.67 (Coeficiente de confianza o confiabilidad).

p = 0.9 (probabilidad de éxito o aceptación).

q = 0.1 (probabilidad de fracaso o rechazo).



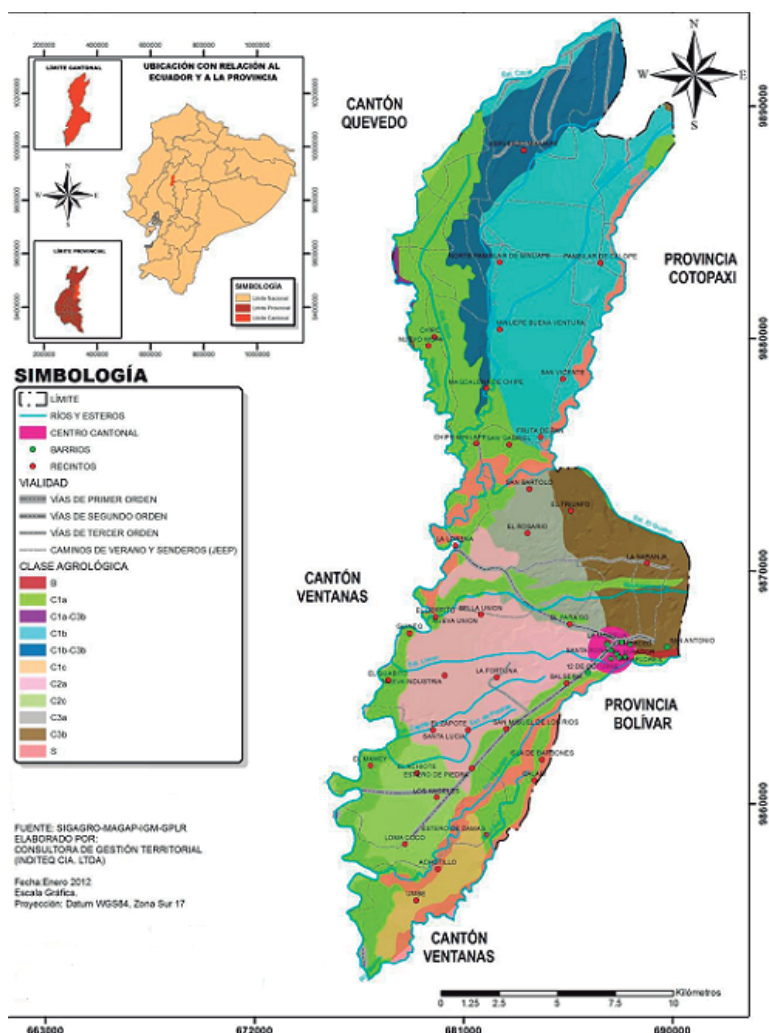


Figura 1. Mapa del Cantón Quinsaloma (Fuente: Mancomunidad de municipios para el manejo sustentable del humedal Abras de Mantequilla. 2012)

Al aplicar la fórmula se determinó que los agricultores a encuestar para ACDI-VOCA, MCCH y ANECACAO fueron 25, 22 y 21 respectivamente. Mientras que los agricultores que no fueron beneficiados por la asistencia técnica fue de 25 productores. La selección de las unidades de muestreo se realizó extrayendo aleatoriamente las unidades de la población a través de la tabla de números aleatorios.

Para recopilar la información, se diseñó, probó y aplicó un cuestionario, tomando en consideración información requerida, tipo y

contenido de preguntas, forma de respuesta, palabras a utilizar, y prueba de cuestionario. Las preguntas fueron de hecho y de opinión; las respuestas, abiertas, cerradas y dicotómicas. La investigación incluyó tres componentes: 1) Análisis de la Asistencia Técnica impartida por las ONGs a los productores, 2) Expectativas para determinar la productividad de cacao en los agricultores que han recibido Asistencia Técnica y, 3) Análisis de indicadores de ingresos y rentabilidad.

La información que se obtuvo de los agricultores estuvo relacionada con la producción

obtenida antes y después de recibir AT, luego se realizó una comparación, lo que permitió determinar la productividad del cacao tanto en tipo Nacional como el CCN-51.

También se realizó una comparación tomando como testigo la producción del cacao entre agricultores que recibieron y no recibieron AT. Para realizar esta comparación se tomó agricultores que tenían propiedades con cultivos de CN y CCN-51 con la cual se estableció la producción, ingresos, costos y beneficio neto. Y Por último se realizó el análisis de rentabilidad el cual se calculó con base a la relación beneficio/costo (método que consiste en contrarrestar los beneficios obtenidos con los gastos generados durante el proceso de producción) (Villegas et al., 2009).

Se evaluaron las variables condiciones de vida, empleo y áreas sembradas antes y después de recibir la AT, con lo cual se estableció el Modelo básico del Excedente Económico debido al cambio tecnológico, se consideró el desplazamiento de la curva de oferta debido al incremento de las áreas de cacao sembrada.

El incremento de la producción (desplazamiento de la curva de la oferta) se estableció a través del cálculo de la producción adicional (marginal) en el cultivo de cacao en cada período analizado. Se determinó diferencias entre el rendimiento promedio anual entre los agricultores que recibieron y no recibieron AT con lo cual se determinó el índice de rendimiento, este resultado se multiplicó por la tasa de adopción de la tecnología.

La tasa de adopción se calculó como la relación entre la superficie sembrada o cosechada antes de la AT con la superficie sembrada cosechada después de la AT.

El desplazamiento de la curva de la oferta

por incremento en la producción del cacao se calculó aplicando la siguiente ecuación:

$$J_a = [(At / At - 1)] / At - 1] It$$

Donde:

$J_a$  = Desplazamiento de la curva de oferta por incremento en la superficie sembrada en el año t.

$At$  = Superficie total sembrada en el año t. (Después de la Asistencia Técnica)

$At-1$  = Superficie total sembrada en el año anterior al año t. (Antes de la AT)

$It$  = Peso atribuible a la investigación. (Diferencia entre la superficie sembrada antes y después de la AT)

El Desplazamiento Total de la curva de oferta, se calculó sumando el efecto atribuido al incremento en rendimiento y al causado por el aumento en el área cultivada,

$$J_t = J_r + J_a$$

Donde:

$J_t$  = Desplazamiento Total de la curva de oferta

$J_r$  = Desplazamiento de la curva de oferta por incremento en los rendimientos.

$J_a$  = Desplazamiento de la curva de oferta por incremento en la superficie sembrada.

Una vez realizado el trabajo de campo los datos fueron ordenados y luego tabulados e ingresados en la base de datos CSPro (Census and Survey Processing), posteriormente fueron analizados mediante el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) que es especializado en

estudios sociales y mercadotécnicos (Microsoft, 1999).

## Resultados

Características generales de los agricultores  
El 100% de los hijos de los agricultores encuestados cuyo rango de edad oscila entre 6 a 11 años estudian, de 12 a 17 años el 3.80% no ha recibido educación básica, el 24.50% ha estudiado primaria y el 71.70% ha recibido educación a nivel secundario.

Los productores en el rango de edad de 18 a 64 años el 7.90% no ha recibido educación formal, el 49.00% ha estudiado hasta la primaria, el 39.70% ha recibido educación secundaria y 3.30% educación superior. En el rango de 65 años y más, el 23.80% no ha recibido educación formal, el 71.40% ha recibido educación a nivel primario, y únicamente el 4.80% recibió educación secundaria (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Rango de edad y nivel educativo en las familias encuestadas dedicadas al cultivo de cacao en el cantón Quinsaloma.

Rangos de edad (años)	Nivel de estudio formal (%)			
	Ninguno	Primaria	Secundaria	Superior
De 6 a 11	0.00	97.20	2.80	-
De 12 a 17	3.80	24.50	71.70	-
De 18 a 64	7.90	49.00	39.70	3.30
65 y mas	23.80	71.40	4.80	-

Actividad principal de los adultos del hogar.

En cuanto a la principal actividad desarrollada por los adultos encuestados, el 47,4% se dedica a actividades relacionadas con los cultivos en terreno propio, el 32,4% realizando labores domésticas el 11% de trabajo agropecuario remunerado y el 4% estudia (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Actividad principal desarrollada por los adultos encuestados.

Ocupación económica	Reciben AT (%)	No reciben AT (%)
Venta de productos agropecuarios	46,6	37,5
Trabajo asalariado en otras fincas	10,8	10,7
Labores del hogar	31,8	26,8
Estudiantes	4,0	5,4
Crianza de animales	1,7	12,5
Comercio no agropecuario	1,1	5,4
Servicio	0,6	1,8
Industria	0,6	0,0
Ninguna	2,8	0,0
<b>TOTAL</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

### Asistencia técnica impartida por las ONGs

La Asistencia Técnica para el manejo del cultivo se desglosó por temas tratados: labores culturales y actividades presiembra y postcosecha (Cuadro 3). Los agricultores han implementado e incorporado a su bagaje de conocimientos algunas técnicas, tecnologías y prácticas (Radulovich, 1993; Kaimowitz, 1996) brindadas por las ONGs que asesoran a los productores de la zona de estudio, es así que la poda de formación ha sido implementada por el 100% de los productores asesorados por parte de cada uno de los tres organismos de AT. Se puede apreciar también un alto porcentaje de transferencia tecnológica en temas como la poda fitosanitaria (83,56%), secado (48,58%) y fermentación (57,13%). Estas prácticas que son aplicadas pueden incrementar los rendimientos entre 200-1000 kg.ha-1 de cacao seco (Urquhart 1963).

En el otro extremo, la capacitación ofrecida por los organismos de AT que menos ha sido

adoptada es sobre el correcto traslado del producto (11,8%) (Lo que garantizaría que el cacao no se contamine con olores o partículas extrañas que puedan perjudicar sus características organolépticas), esta práctica aunque es ventajosa desde el punto de vista de sostenibilidad y productividad no es adoptada por los agricultores, posiblemente debido a que no es compatible con sus condiciones y capacidades (Current et al., 1995). Cabe resaltar que la capacitación sobre la implantación y el correcto manejo de los viveros la asistencia técnica ha sido alta (86,96%), fomentando de este modo la ocupación laboral dentro de las fincas, Cuadro 3. La adopción de tecnologías por parte de los productores tiene un marcado interés y se observa difusión de conocimientos entre ellos, concordando con Delgado y Játiva (2010) quienes sostienen que mediante la transferencia de tecnología y difusión de innovaciones, se logra transmitir los conocimientos.

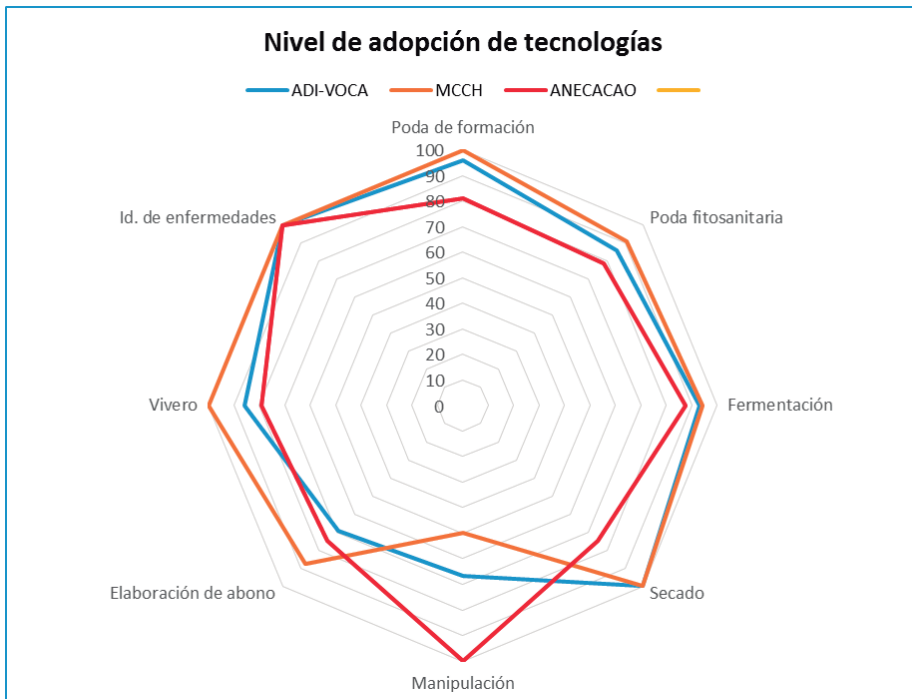
**Cuadro 3.** Actividades de capacitación impartidas por las ONGs ACDI-VOCA, MCCH y ANECACAO a productores de cacao en el cantón Quinsaloma..

Actividades	ACDI-VOCA	MCCH	ANECACAO	PROMEDIO	DESVEST
	Asistencia Técnica (%)				
Poda de formación	100	100	100	100,00	0
Poda Fitosanitaria	84	100	66,67	83,56	16,67
Fermentación	56	77,3	38,1	57,13	19,62
Secado	44	63,64	38,1	48,58	13,37
Adecuado transporte	12	9,1	14,3	11,80	2,61
Elab. Abono Orgánico	52	72,7	57,14	60,61	10,78
Viveros	84	86,4	90,48	86,96	3,28
Identificación de enfermedades	92	50	52,4	64,80	23,59

## Nivel de adopción de la AT

En relación con los conocimientos que han sido difundidos por ACIDI-VOCA y de su aplicabilidad por parte de los cacaoteros encuestados, esta se ha dado en mayor proporción entre quienes han recibido adiestramiento en enfermedades y secado en un 100.00% respectivamente, poda de formación 96.00%, y fermentación 92.86%, mientras que es menor en la elaboración de abonos orgánicos, secado y correcto traslado del cacao.

Entre los asistidos por MCCH, el conocimiento que ha sido mas aplicado corresponde a la poda de formación 100.00%, y fitosanitaria 90.91%, viveros 100.00% e identificación de enfermedades 100.00%. Para los asistidos por ANECACAO, la mayoría han realizado en sus fincas actividades que fueron promocionadas o emprendidas por los organismos de AT, la que mayor aplicabilidad ha tenido es un adecuado transporte e identificación de plagas y enfermedades en un 100.00% respectivamente, seguidos por la fermentación en un 87.50% y poda de formación en un 80.95% (Figura 2).



**Figura 2.** Porcentaje de la Aplicabilidad de los conocimientos impartidos por ACIDI-VOCA (a), MCCH (b), ANECACAO (c) a los productores cacaoteros en el cantón Quinsaloma.

## Producción:

El cacao Nacional lo producen el 47,3 %; 73.68% y 92,31% de los productores asistidos por las organizaciones ACIDI-VOCA, MCCH y ANECACAO, respectivamente y el cacao CCN-51, es producido por el 52,63%; 26.31% y 7.69% de los productores que reciben asistencia técnica por parte de dichas organizaciones (Figura 3).

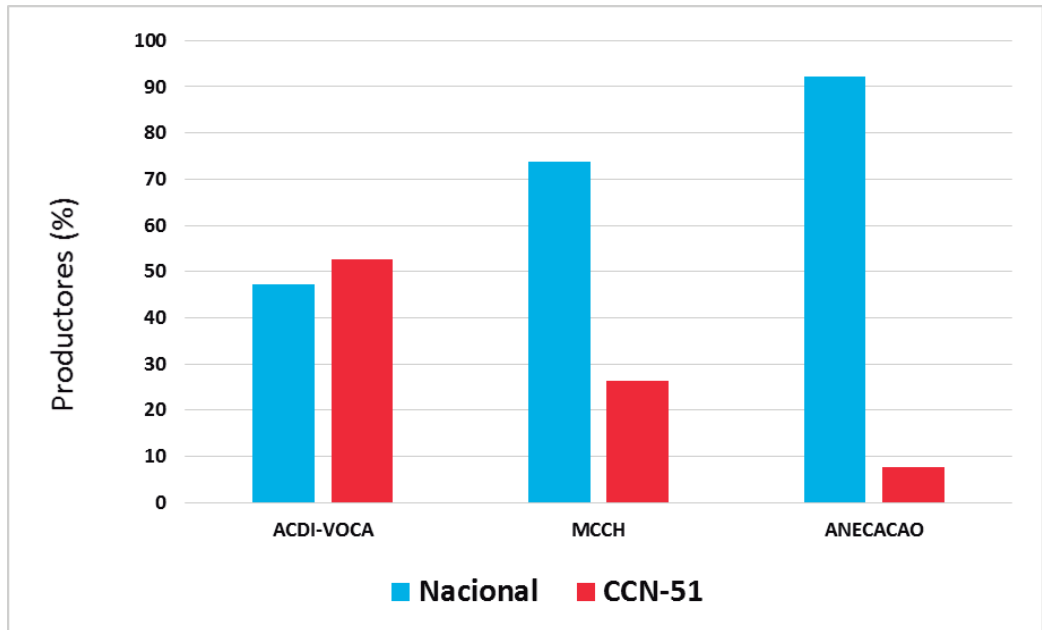


Figura 3. Tipo de cacao que poseen los agricultores capacitados por las ONGs en el Cantón Quinsaloma.

Al realizar el análisis de la producción del cacao Nacional, los productores que recibieron Asistencia Técnica (AT), por parte de ACDI-VOCA obtuvieron un incremento de 105.56%, los agricultores que fueron capacitados por MCCH obtuvieron un incremento de 62.50 % y los capacitados por ANECACAO obtuvieron un incremento de 70.59%. Mientras que para el cacao CCN-51 los agricultores capacitados por ACDI-VOCA obtuvieron un incremento en la producción de 89.42 %; los beneficiarios por MCCH obtuvieron un incremento de 82.86 % y los capacitados por ANECACAO se incrementó el 189.74 % (Cuadro 4).

Al realizar la comparación entre los agricultores que han recibido AT se observa un mayor incremento referente al CN los de ACDI-VOCA (105.56%) y referente al cacao CCN-51 ANECACAO con el 189.74 % (Cuadros 6 y 7), al relacionar con las otras organizaciones se nota ventajas especialmente porque dentro de su planificación la capacitación se dio acompañada con la convivencia entre técnico- campesino y campesino a campesino a través de las escuelas comunitarias donde se evidenció un programa de educación participativo que permite desarrollar capacidades analíticas, pensamiento crítico y, creatividad (Orozco et ál. 2008).

Cuadro 4. Incremento (%) de la producción del cacao Nacional y CCN-51 logrado por los agricultores capacitados por las ONGs en el Cantón Quinsaloma.

Producción	Organizaciones no Gubernamentales					
	ACDI-VOCA		MCCH		ANECACAO	
	Nacional	CCN51	Nacional	CCN51	Nacional	CCN51
Antes de A T (kg)	204,12	357,21	241,92	432,46	257,04	294,84
Después de A T (kg)	419,58	676,62	393,12	790,81	438,48	854,28
Incremento (%)	105,6	89,42	62,5	82,86	70,59	189,74

### Comparación de la producción de cacao con y sin Asistencia Técnica.

En lo referente a CN los productores asistidos por ACDI-VOCA obtuvieron una producción de 419,58 kg y los que no recibieron AT obtuvieron 204,12 kg se observa que existió un incremento de 42,31%; los capacitados por MCCH obtuvieron una producción de 393,12 kg en comparación con los que no recibieron AT hubo un incremento de 33.33% y los capacitados por ANECACAO 438,48 kg con respecto a los encuestados que no recibieron AT existió un incremento de 48.72%, mientras que para

cacao CCN-51 los agricultores capacitados por ACDI-VOCA obtuvieron una producción de 676,62 kg y los que no recibieron AT obtuvieron 357,21 kg existió un incremento de 105.74 %; los capacitados por MCCH obtuvieron una producción de 790,81 kg en comparación con los que no recibieron AT, hubo un incremento de 140.47% y los capacitados por ANECACAO 854,28 kg con respecto a los encuestados que no recibieron AT existió un incremento de 159.77 % (Cuadro 5). Los rendimientos obtenidos por los productores que recibieron AT por parte de las tres ONGs fueron superiores al promedio nacional (250 kg.ha-1).

**Cuadro 5.** Comparación de la producción de CN y CCN-51 (kg ha1) entre agricultores que han recibido AT y los que no han recibido AT en el cantón Quinsaloma.

Producción	Organizaciones no Gubernamentales					
	ACDI-VOCA		MCCH		ANECACAO	
	Nacional	CCN51	Nacional	CCN51	Nacional	CCN51
Con AT (kg)	419,58	676,62	393,12	790,81	438,48	854,28
Sin AT (kg)	294,84	328,86	294,84	328,86	294,84	328,86
Incremento (%)	42,31	105,74	33,33	140,47	48,72	159,77

### Impacto en las pequeñas economías campesinas.

Los agricultores beneficiados por ACDI-VOCA mostraron resultados en la relación beneficio costo >1 por lo que este proyecto de CN es aconsejable y rentable cuyo resultado fue de 15.50 y 45.51% antes y después de recibir AT, igual comportamiento arrojó la producción de cacao CCN-51 con el 21.49 y 62,04% antes y después de recibir AT, (Cuadros 6 y 7).

La Relación Beneficio Costo para los agricultores que recibieron AT por parte de MCCH en el CN antes de recibir AT fue de 30.21 % y después de recibir AT fue de 45.25 % y para los agricultores que tiene cacao CCN-51 antes de recibir AT fue de 44.87 % y después de recibir AT fue de 100.11 % (Cuadros 6 y 7).

Los agricultores que recibieron AT por parte de ANECACAO obtuvieron la mejor

relación beneficio costo (60,64%) con relación a ACDI-VOCA y MCCH después de recibir la AT, debido a que su producción fue superior y los costos de producción mas bajos, lo que reflejó los mejores resultados; igual comportamiento se reflejó en los agricultores que producen cacao CCN-51 ya que sus resultados antes y después de recibir AT fueron de 26.68% y 130.08% (Cuadros 6 y 7). Los resultados positivos obtenidos por ANECACAO se deben a que la capacitación estuvo direccionada entre técnico y campesino, iniciando desde el manejo de la plantación, cosecha, poscosecha y comercialización, lo que permite asegurar que esta fase se basa en principios ecológicos, entrenamiento participativo y en métodos educacionales no formales, enfatizándose un aprendizaje a través de la experiencia y la gestión práctica con los problemas reales de campo lo que se ve reflejado en el incremento de la producción lo cual es un indicador positivo para la economía del campesino (Braga et al 2003) y da a las familias productoras la oportunidad

de experimentar, mejorar sus habilidades de observación e investigación y la toma de iniciativas adaptando las alternativas a las condiciones de sus localidades.

La mejor rentabilidad la presentaron los productores que recibieron AT por parte de ANECACAO con el 60.64% en cacao nacional y 130.08 % en cacao CCN-51 (Figura 4).

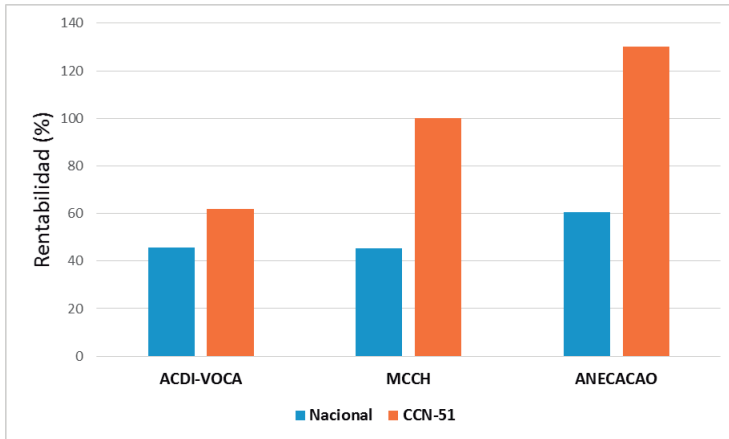


Figura 4. Rentabilidad del Cacao Nacional y CCN-51 de los agricultores que han recibido AT en el Cantón Quinsaloma.

### Distribución del ingreso.

Al darse la fase de capacitación se dieron dos escenarios importantes dentro de las economías campesinas, el primero se ve reflejado en el incremento de la producción y el segundo es que al obtener mayor producción obtienen más ingresos netos por la venta de cacao. En las encuestas se determinó que las familias han logrado tener varios beneficios

para sus integrantes ya que el dinero obtenido lo han utilizado en alimentación 88.89%, educación 63.89%, mejorar los cultivos que tenían a través de la compra de herramientas y equipos; Por otro lado, se ha incrementado la siembra de cacao en un 77.24%, también ha generado fuentes de trabajo para las familias, es decir que los agricultores han mejorado sus condiciones de vida (Figura 5).

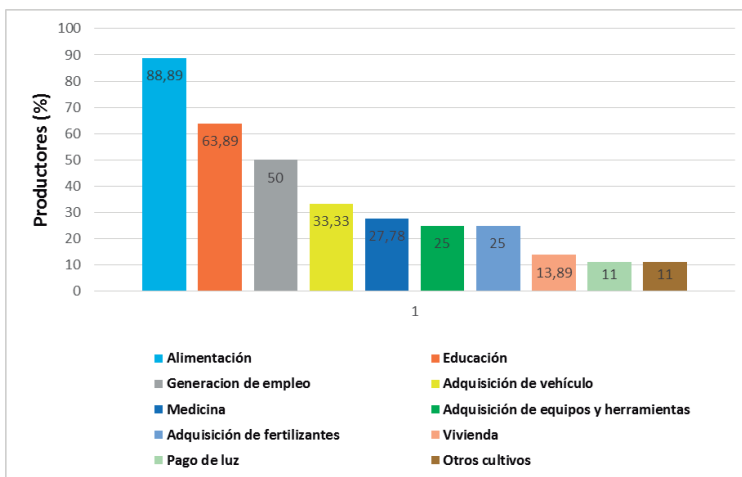


Figura 5. Utilización del beneficio neto obtenido por la venta del cacao Nacional y CCN-51 de los productores que han recibido AT en el cantón Quinsaloma, provincia de Los Ríos.



**Figura Cuadro 6.** Producción (kg), ingresos (USD), costo de producción (USD) y rentabilidad (%) del Cacao Nacional de los agricultores que han recibido y no han recibido Asistencia Técnica por parte de ONGs en el Cantón Quinsaloma, provincia de Los Ríos.

Rubro	Cacao Nacional									
	ACDI-VOCA			MCCH			ANECACAO			Sin Asistencia Técnica
	Antes de AT	Después de AT	Incremento %	Antes de AT	Después de AT	Incremento %	Antes de AT	Después de AT	Incremento %	
Producción(kg)	204,12	419,58	105.56	241,92	393,12	62.50	257,04	438,48	70.59	294,84
Ingresos (USD)	1796,47	3692,3	105.53	2128,90	3459,46	62.50	1809,56	3086,90	70.59	2075,67
Costos de Producción (USD)	1555,33	2537,52	63.15	1634,95	2381,77	45.68	1594,80	1921,65	20.49	1579,72
Beneficio Neto (USD)	241,14	1154,78	378.88	493,95	1077,69	118.18	214,76	1165,25	442.58	495,96
Rentabilidad (%)	15.50	45.51	193.61	30.21	45.25	49.88	13.47	60.64	350.18	31.40

**Cuadro 7.** Producción (kg), ingresos (USD), costo de producción (USD) y rentabilidad (%) del Cacao CCN-51 de los agricultores que han recibido y no han recibido Asistencia Técnica por parte de ONGs en el Cantón Quinsaloma, provincia de Los Ríos.

Rubro	CACAO CCN-51									
	ACDI-VOCA			MCCH			ANECACAO			Sin Asistencia Técnica
	Antes de AT	Después de AT	Incremento %	Antes de AT	Después de AT	Incremento %	Antes de AT	Después de AT	Incremento %	
Producción (kg)	357,21	676,62	89.42	432,46	790,81	82.86	294,84	854,28	189.74	328,86
Ingresos (USD)	2514,76	4763,4	89.42	3044,54	5567,27	82.86	2075,66	6014,11	189.74	2315,17
Costos de Producción (USD)	2069,93	2939,65	42.02	2101,63	2782,07	32.38	1638,56	2613,91	59.52	1581,3
Beneficio Neto (USD)	444,83	1823,75	309.99	942,91	2785,2	195.38	437,10	3400,20	677.90	733,87
Rentabilidad (%)	21.49	62.04	188.69	44.87	100.11	123.11	26.68	130.08	387.56	46.41

## Excedente económico

Al establecer el desplazamiento de la curva de la oferta por incremento en la superficie sembrada después de recibir la asistencia técnica esta fue de 2 debido al que el peso atribuible a la investigación fue de 33,13 con relación al total de la superficie sembrada antes de recibir la asistencia técnica que fue de 50,44 hectáreas lo cual refleja un desplazamiento positivo para la curva de la oferta ya que esta es superior a uno (Cuadro 8).

Referente al desplazamiento total de la curva de la oferta por el incremento de la superficie sembrada y los rendimientos alcanzó un valor de 161,08 por ciento (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Excedente económico por el incremento en la producción y superficie sembrada de cacao en los agricultores que recibieron asistencia técnica por parte ONGs.

Rubro	Total
Superficie total sembrada en el año <i>t</i> . (ha)	83.57
= Superficie total sembrada en el año anterior al año <i>t</i> . (ha)	50.44
Peso atribuible a la investigación	33.13
Desplazamiento de la curva de oferta por incremento en la superficie sembrada en el año <i>t</i> .	2
Desplazamiento de la curva de oferta por incremento en los rendimientos	100.11
Desplazamiento de la curva de oferta por incremento en la superficie sembrada.	60.97
Desplazamiento total de la curva de la oferta %	161.08

## Conclusiones

Los resultados demuestran que los productores que recibieron asistencia técnica incrementaron la producción de cacao, lo que repercutió en la rentabilidad con respecto a aquellos productores que no la recibieron. Además, se observaron logros significativos en la adopción de ciertas prácticas agronómicas, de cosecha y poscosecha, observándose concientización por parte de los organismos de AT hacia los agricultores respecto a continuar e incrementar la producción de cacao Nacional y la importancia de mejorar la calidad del mismo.

## Literatura Citada

- Baker, J.L. 2000. Evaluación del impacto de los proyectos de desarrollo en la pobreza: manual para profesionales. Washington: Banco Mundial. 2-5p. 69.
- Baker, C; Villalobos, M. 2010. El programa de las Escuelas de Campo para las Familias Cacaoteras de Panamá, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Belice y Guatemala del Proyecto Cacao Centroamérica. Promoción 2010-2011. CATIE. Turrialba, CR. 43p.
- Braga, R; Labrada, R; Fornasari, L; Fratini, N. 2003. Manual para la capacitación de trabajadores de extensión y agricultores. Alternativas al bromuro de metilo para la fumigación de suelo. FAO. Disponible en: [www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/agpp/IPM/Web\\_Brom/Default.htm](http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/agpp/IPM/Web_Brom/Default.htm) consultado 20-02-2015.
- Batista, L. 2009. Guía Técnica. El cultivo de cacao. Santo Domingo, DO, CEDAF. 250 p.
- Battaglini. 2007. Acerca de asistencia técnica. (en línea). Consultado 10 dic. 2008. Disponible en [http://es.wikipedia.org/wiki/asistencia\\_tecnica](http://es.wikipedia.org/wiki/asistencia_tecnica).
- Cantor, K. (2010). Agricultura urbana: elementos valorativos sobre su sostenibilidad. Cuadernos de Desarrollo Rural 7, (65): 61-87
- Chiriboga, M. 2004. Acerca de mercados, mercadeo y economías campesina. Ecuador debate N° 61 Quito-Ecuador (en línea). Consultado el 9 de dic. 2008. Disponible en <http://www.dlh.lahora.com.ec/paginas/debate/paginas/debate1094.htm>
- Corrales, E. 2002. “Sostenibilidad Agropecuaria y Sistemas de Producción Campesinos”. Cuadernos Tierra y Justicia. Instituto Latinoamericano de Servicios Legales Alternativos, ILSA.
- Current, D., Lutz, E., Scherr, S. 1995. Adopción agrícola y beneficios económicos de la agroforestería: Experiencia en América Central y el Caribe. CATIE. (C.R). Serie Técnica. Informe Técnico No 268. 39p.
- Delgado, J., Játiva, P. 2010. Políticas Institucionales de Investigación, Transferencia de Innovaciones y Prestación de Servicios Tecnológicos. Quito, EC, INIAP. 52 p. (Publicación Miscelánea No. 154).
- Enriquez G. 2004 Cacao orgánico, guía para productores ecuatorianos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. Manual no 54. Quito Ec. 360p.
- ICCO (Organización Internacional del Cacao). 2010. The World Cocoa Economy: Past and Present. Londres, UK, IICO. 45 p.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, EC). 2010. Resumen Ejecutivo Encuesta de Superficie y Producción Agrícola Continua (ESPAC) 2009. Quito, EC. 13 p.
- Kaimovitz, D. 1996. La investigación sobre manejo de recursos naturales para fines productivos en América latina. Washintong, D.C. 61p.
- Krauss U. et al 2001. Rehabilitation of diseased cacao fields in Perú through shade regulation and timing of biocontrol measures. Agroforestry systems 53. pag 181 – 182
- MAGAP Y FAO 2010. Ministerio de Agri-

cultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, Proyecto: Calidad de los alimentos vinculada con el origen y las tradiciones en América Latina, “Diagnostico de la cadena de valor del Cacao en el Ecuador”, 2010

Mancomunidad de municipios para el manejo sustentable del humedal Abras de Mantequilla. 2012. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Quinsaloma 2012-2020. 267p.

Orozco, S., Jiménez, L., Estrella, N., Ramírez, B., Peña, P. Ramos, A., Morales, M. 2008. Escuelas de campo y adopción de ecotecnia agrícola. Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente - Ecosistemas 17 (2): 94-102p

Quingaisa, E., Riveros, H. 2007. Estudio de Caso: Denominación de Origen “Cacao Arriba”. Quito, EC, IICA. 70 p.

Radulovich, R., Karremans, A. 1993. Validación de tecnologías en sistemas agrícolas. CATIE. (C.R). Serie Técnica. Informe Técnico 212. 95p.

Santoyo-Cortés, H., P. Ramírez-Moreno, M. Suvedi. 2000. Manual para la evaluación de programas de desarrollo rural. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial- Universidad Autónoma Chapingo-Instituto Nacional de Capacitación Rural. México, D.F.

Somarriba, E. 2004. Como evaluar y mejorar el dosel de sombra en cacaotales. Agroforestería de las Américas. (41-42)122-130p.

Torres, E., Quisphe, D., Sánchez, A., Reyes, M., González, B., Torres, A., Cedeño, A., Haro, A. 2013. Caracterización de la producción de frijol en la provincia de Cotopaxi Ecuador: caso comuna Panyatug. Ciencia y Tecnología 6(1): 23-31.

Urquhart, DH. 1963. Cacao Rehabilitación de la plantación de cacao. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica. p. 158-163.

Villegas, A., J. Carrillo, M. Jerez, B. Jarquín. 2009. Evaluación de una huerta orgánica como un modelo de producción intensiva de cultivos asociados. Revista Brasileira de Agroecología. 4(2): 3534-3537.



## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Reducción de Aluminio y huevos de Helminto contenidos en fangos deshidratados de una planta de tratamiento de aguas residuales, con procesos electroquímicos

Decrease of Aluminum and Helminth eggs present in dehydrated sludge from the wastewater treatment plant through electrochemical processes

Paola Duque-Sarango<sup>1</sup>, María Cáceres, Ana Cando, Carla Escandón, Fabiola Segarra, Anderson Zhingri<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidad Politécnica Salesiana-Ecuador, INBIAM Grupo de Investigación en Biotecnología Ambiental. Calle Vieja 12-30 y Elia Liut, Casilla 46 sector 2, Cuenca-Ecuador. Numero orcid: 0000-0003-4484-7273. pduque@ups.edu.ec

<sup>2</sup> Carrera de Ingeniería Ambiental, Universidad Politécnica Salesiana.

### Resumen

El presente artículo estudió el tratamiento electroquímico en fangos residuales provenientes de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) mediante la operación de una planta piloto, conformada por 3 cubas o celdas electrolíticas, cuyos electrodos fueron placas de cobre y grafito a diferentes distancias; 7.5, 15 y 12 cm en las cubas A, B y C respectivamente, en ellas se dispusieron aproximadamente 6800 cm<sup>3</sup> de fango hidratado con cloruro de sodio al 12%. Al estar en contacto las placas con el fango se expusieron a una corriente continua de 12 voltios, se tomaron 4 muestras en cada una de las 3 cubas, que obedecen a tiempos de contacto de 1 a 4 horas. En la fase de laboratorio se midieron: pH, conductividad, temperatura, humedad, hipoclorito de sodio y se analizó la reducción de la concentración de aluminio y huevos helmintos después de los tratamientos. Se encontró que el porcentaje Al residual es igual para cualquiera de las celdas ya sea la A, B o C; sin embargo la celda B posee una menor dispersión según el estadístico de Levene. Se consiguió además una remoción del 100% de huevos de helmintos en todos los ensayos.

**Palabras claves:** Fangos residuales, electroquímica, electro desinfección, huevos de helmintos, aluminio.

### Abstract

The present article studied the electrochemical treatment in waste sludge from a Wastewater Treatment Plant (WWTP) through the operation of a pilot plant, consisting of 3 tanks or electrolytic cells, whose electrodes were copper plates and graphite at different distances; 7.5, 15 and 12 cm in the tanks A, B and C respectively, in them approximately 6800 cm<sup>3</sup> of hydrated sludge were placed with 12% sodium chloride. When the plates were in contact with the mud, they were exposed to a direct current of 12 volts, 4 samples were taken in each of the 3



tanks, which obey contact times of 1 to 4 hours. In the laboratory phase were measured: pH, conductivity, temperature, humidity, sodium hypochlorite and analyzed the reduction of the concentration of aluminum and helminth eggs after treatments. It was found that the percentage of residual aluminum is the same for any of the cells, whether it is A, B or C; however, cell B has a smaller dispersion according to the Levene statistic. A 100% removal of helminth eggs was also achieved in all trials.

**Keywords:** Residual sludge, electrochemistry, electro disinfection, helminth eggs, aluminum.

## **Introducción**

En la actualidad, existe una gran preocupación a nivel mundial, por el considerable incremento de contaminación por parte de metales pesados como son: cromo, níquel, aluminio, plomo, mercurio, entre otros (T. Akar, 2009). Sustancias tóxicas que tienden a persistir en el ambiente, comprometiendo el bienestar y equilibrio de la fauna y flora hasta la salud de las personas residentes en las zonas aledañas, mediante su acumulación e ingreso a la cadena (Duque, 2008) (V.R. García Villegas, 2010).

El impacto ambiental negativo que se genera por el uso de estos metales, lleva a desarrollar y generar métodos para minimizarlos o eliminarlos. Para el tratamiento de efluentes y sólidos contaminados con estos metales, están: la precipitación, óxido-reducción, intercambio iónico, filtración, método electroquímico, tecnologías de membrana y recuperación por evaporación. Cabe destacar que estos métodos son válidos cuando las concentraciones de los metales son altas, sin embargo se generan residuos, cuya disposición final es un problema (Linares-Hernández et al., 2011), (Sarango et al., 2018).

Una Planta o Estación de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) es un sistema sanitario, cuyo objetivo principal es la reducción de las cargas contaminantes del agua residual cumpliendo con los límites aceptables para su incorporación en el cauce fluvial (Metcalf & Eddy, 1995). Una PTAR está

compuesta por procesos físicos, químicos y biológicos. Así, luego del tratamiento biológico se maneja a la par la línea de fangos, donde los sólidos sedimentados en los decantadores primarios y secundarios son, en realidad, una mezcla acuosa de color y olor característico llamada fango fresco.

Las características principales de los fangos residuales son: alto contenido de humedad, presencia de materia orgánica en conjunto con organismos patógenos, que hacen que entren fácilmente en descomposición, generando malos olores y siendo un foco de enfermedades; todo ello hace que deban tratarse con sumo cuidado (Valor, 2017). Además, los fangos residuales son un gran problema para las pequeñas ciudades, debido a los altos costos que implica su tratamiento, los volúmenes de generación y por su composición (Rojas & Leopoldo, 2012). Según Ahmad et al., (2016) los fangos residuales tienen una concentración significativa de metales pesados. Algunos metales están presentes en concentraciones alarmantes en el lodo deshidratado; bario, plomo, arsénico y otros metales pesados pueden causar daños significativos al medio ambiente si este no se elimina adecuadamente.

Por otro lado la electrocoagulación (EC) es una tecnología emergente en el tratamiento de agua y aguas residuales, ya que combina los beneficios de la coagulación, la flotación y la electroquímica. La unidad de EC básica consiste típicamente en una celda electrolítica con un ánodo y electrodos de metal del

cátodo conectados externamente a una fuente de alimentación de corriente continua y sumergidos en la solución a tratar (Moussa et al., 2017). Además la EC opera fácilmente debido a la simplicidad de sus equipos, por lo que es posible la automatización completa del proceso (Mollah et al., 2004) (Bazrafshan et al., 2015).

De tal forma, en la actualidad surge como alternativa para la remoción de metales pesados en los fangos, puesto que es una tecnología que permite no solo removerlos, sino también de darles un tratamiento posterior (J. Mao, 2009). El principio se basa en el uso y disposición de los electrodos (cátodos y ánodos), que por acción de un potencial de energía pueden generar una concentración de los metales pesados in situ (Eiband M, 2014), así se podría minimizar la generación de residuos secundarios y por ende el impacto ambiental del proceso (Merzouk et al., 2009).

La revisión de literatura, da cuenta que existen trabajos sobre tratamientos electroquímicos aplicados a remoción de contaminantes, en aguas residuales como la EC y electrofloculación, mas no hay experimentación con procesos de electro migración y electro desinfección con fangos provenientes del tratamiento biológico de una PTAR.

Así, Hernández et al., (2011) experimentaron en un sistema electroquímico, mediante tratamientos de EC, empleando electrodos de hierro y oxidación anódica directa, los resultados de estos tratamientos, indicaron una remoción del 99% de la demanda química de oxígeno (DQO), 99% de color y 97% de turbidez, en un tiempo de 2 h. Meunier et al., (2004) aplicaron la técnica electroquímica en un reactor a escala piloto de laboratorio para la eliminación de metales pesados (Cu y Zn) de lixiviados de lodo, encontraron rendi-

mientos de eliminación de Cu y Zn de 92.4 a 98.9% y de 69.8 a 76.6% respectivamente. Mientras que Bukhari (2008), experimentó con aguas residuales municipales crudas mediante EC para la eliminación de sólidos suspendidos totales (TSS), turbidez y DBO en partículas utilizando electrodos de acero inoxidable, encontraron que la mayor eficiencia de remoción de TSS fue de 95.4% y que la eliminación de DBO depende de la eficiencia de eliminación de TSS.

Otros autores, Khaled et al., (2015) investigaron el efecto de los parámetros de diseño del reactor de EC en la eliminación de cadmio de aguas residuales industriales, siendo la mejor remoción a una distancia entre electrodos de 0.5 cm, modo de conexión monopolar, velocidad de agitación de 300 rev.min<sup>-1</sup>, área de superficie a relación de volumen (S / V) de 13.6 m<sup>-1</sup>.

Bani-Melhem y Smith (2012) investigaron la EC para tratar las aguas grises, los resultados del análisis mostraron que el proceso mejora el porcentaje de eliminación de turbidez, color y DQO, obtuvieron además una remoción del 100% de sólidos suspendidos y coliformes fecales. Y Bazrafshan et al., (2015) combinaron la coagulación química, la EC y la adsorción para tratar aguas residuales de procesos textiles en un estudio a escala piloto, el resultado del estudio mostró que se logró una reducción de 40% para la DQO, 34% para la DBO5 y 23.7% para SST después de la coagulación química. La eficiencia de eliminación total después de combinar la adsorción también fue del 98% y 94.2% para DQO y DBO5 respectivamente.

A nivel nacional, el estudio electroquímico realizado por Zúñiga (2016), en fangos residuales; obtuvo una eficiencia de remoción de plomo del 70% con un contenido de agua del 98%, una distancia entre electrodos

de 6cm, un tiempo de 120 minutos y con electrodos de hierro-hierro y grafito-grafito. También Guapisaca (2016), logró un rendimiento del 100% en la remoción de huevos de helmintos con el electrodo de grafito en un tiempo de contacto de 70 minutos y con el electrodo hierro en un tiempo de contacto de 90 minutos. Indicó que el tiempo de tratamiento es de gran importancia desde un punto de vista biológico ya que, a mayor tiempo, mejor será el porcentaje de eliminación.

De esta forma el presente artículo propone el uso de la técnica electroquímica como tecnología alternativa para la reducción de metales pesados y huevos de Helmintos presentes en los fangos, experimentado a nivel piloto en las instalaciones de los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana, y usando el fango residual de la PTAR de Ucubamba. Materiales y métodos

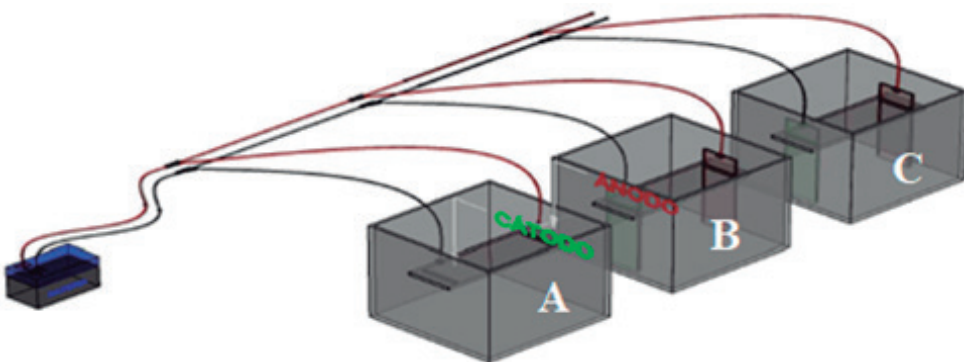
### Descripción de la PTAR Ucubamba

En la ciudad de Cuenca existe la PTAR de Ucubamba, la misma que trata el 95% de aguas residuales de la localidad, su tecnología es de tipo no convencional mediante sistema de lagunaje, cuenta con 6 lagunas de

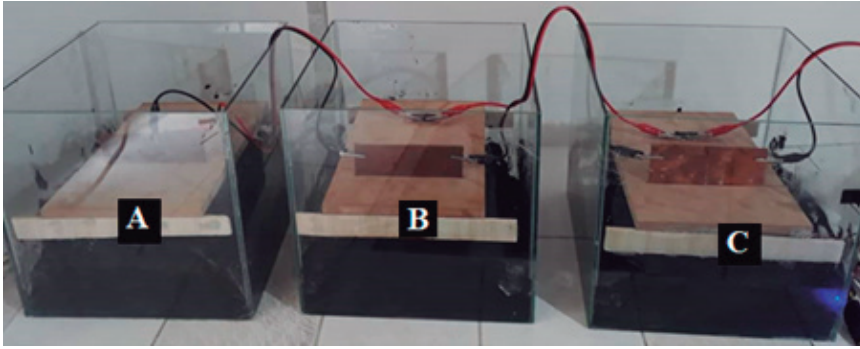
estabilización que tiene por objetivo: reducir el nivel de sólidos y la carga orgánica, regular la carga biológica y de oxígeno por medio de algas unicelulares. Los fangos residuales son extraídos por bombeo mediante dragas y transportadas hasta el sistema de filtros prensa donde se reduce la mayor cantidad de humedad (Ganzhi et al., 2013).

### Diseño de la planta piloto

Se construyó una planta piloto que consiste en tres celdas electrolíticas (reactores electroquímicos) en vidrio laminado, de dimensiones 30x30x30 cm y volumen de 27000 cm<sup>3</sup>, en cada una de ellas se colocó 6800cm<sup>3</sup> de fangos residuales, cada celda electrolítica tuvo un soporte de balsa de 20 cm de ancho para ubicar los electrodos en serie de cobre – grafito con una distancia de separación de 7.5, 15 y 12 cm denominándoles celdas A, B y C respectivamente. Tanto el electrodo de cobre como el de grafito fueron de placa rectangular y colocados de manera vertical, en el primer caso sus dimensiones fueron de 18 cm de alto y 14 cm de ancho con un espesor de 0.4 mm, mientras que para el electrodo grafito; espesor de 0,2 mm y 8 cm de alto (Figura 1.)



**Figura.1:** Prototipo de la planta experimental, cátodo de cobre y ánodo de grafito



**Figura 2.** Imagen real del prototipo experimental.

Para el funcionamiento las tres celdas electrolíticas estuvieron conectadas en paralelo a una fuente de alimentación con una tensión de entrada de 110/220 V de corriente alterna, tensión de salida de 0 – 30 V de corriente continua, mediante abrazaderas tipo pinza de cocodrilo rojo y negra. El resumen de las características de las celdas se presenta en la tabla 1.

Celdas	Distancia de electrodos	Humedad (%)
A	7.5	67.59
B	15	68.73
C	12	69.07

**Tabla 1** Principales características en las celdas de experimentación A, B y C.

Para la experimentación primero se procedió a hidratar los fangos con cloruro de sodio (NaCl) al 12%, en cada celda electrolítica, se verificó que las placas de cobre y grafito estén en contacto con el fango y que estén debidamente conectadas, la placa de cobre conectada a la carga negativa (negro) y la placa de grafito a la carga positiva (rojo).

El tiempo de contacto total fue de 4 horas, observando a los primeros 20 minutos la reacción del hipoclorito de sodio letal para microorganismos, virus y bacterias, esterilizando el sustrato, además de su olor característico que se percibió durante toda la fase experimental.

La toma de muestras se realizó cada hora en cada cuba, se almacenaron en un envase de polipropileno (PP) y fueron etiquetadas y selladas correctamente, y almacenadas bajo

refrigeración.

Análisis de los fangos residuales antes y después de los procesos electroquímicos

Los parámetros analizados fueron pH, conductividad eléctrica, temperatura, humedad, concentración de aluminio siguiendo el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. La determinación de huevos de Helminto por visualización directa en el microscopio y conteo directo, siguiendo el método recomendado por la OMS (OMS, 1989) propuesto para facilitar la concentración y observación de huevos de helmintos (Ayres et al., 1991).

La información se tabuló para estudiar la estadística respectiva, se usó el programa R para la construcción de los gráficos respectivos, así como el análisis de estadística



inferencial.

## Resultados y discusiones

Los resultados de la muestra inicial, como se observa en la tabla 2 la concentración inicial

de aluminio fue de 6.1ppm, la conductividad de 0.095 miliSiems/cm, Ph de 6.65 y temperatura de 19.2 °C. Además, en la parte microbiológica se visualizó 5 huevos helmintos (tabla 3 y figura 3).

**Tabla 2** Caracterización del fango residual inicial y del fango en cada una de las cubas tras los tratamientos.

	Tiempo (horas)	Ph	Conductividad (miliSiems/cm)	Temperatura (°C)	NaClO (ppm)	Aluminio inicial (0) y residual (A, B y C) (ppm)
	0	6.65	0.095	19.2	0.00	6.1
A	1	9.27	1.114	20.4	9.70	4.94
	2	8.52	1.312	20.8	10.15	3.86
	3	7.21	1.543	20.3	12.48	1.02
	4	7.28	1.44	21.4	19.28	1.45
B	1	5.56	1.822	21.5	7.15	3.56
	2	6.48	1.762	21.6	10.66	3.85
	3	8.92	1.655	21.3	10.04	4.24
	4	9.07	1.465	21.4	10.66	3.76
C	1	10.19	2.190	21.1	9.87	1.83
	2	8.34	2.351	21.1	7.54	3.09
	3	7.76	2.713	21.1	7.71	2.59
	4	7.37	2.482	21.8	6.01	3.12

Valores obtenidos en las 3 cubas

En la cuba A donde las placas tenían una distancia de 7.5 cm, se observó que en la muestra A3 (tiempo de contacto de tres horas) se redujo el 83.28% de aluminio con un Ph de 7.21, temperatura de 20.3°C y conductividad de 1.543 miliSiems/cm. Se observa en los resultados la disminución del aluminio hasta la muestra A3, y un incremento en la muestra A4, este incremento del metal a un mayor tiempo de contacto puede ser explicado por el desgaste que tuvo las placas de cobre y grafito (Figura 4).

**Tabla 3:** Presencia de huevos helmintos en las cubas

<b>Celdas</b>	<b>Tiempo (horas)</b>	<b>Huevos de helmintos (número)</b>
0	INICIAL	5
A	1	-
	2	-
	3	-
	4	-
B	1	-
	2	-
	3	-
	4	-
C	1	-
	2	-
	3	-
	4	-

En la cuba B, se registró en la muestra B1 una reducción del 41.64% de aluminio, pH de 5.56, temperatura de 21.5°C y conductividad de 1.822 miliSiems/cm. En esta cuba, existe un incremento de pH a medida que aumenta el tiempo de contacto, la muestra A4 presenta una disminución del metal en comparación con las muestras anteriores, la disminución del aluminio se dio con un pH ligeramente alcalino, temperatura ambiente (Figura 4).



**Figura 3.** Huevos de helmintos identificados (*Ascaris lumbricoides*).

En la cuba C, la muestra C1 tuvo mayor reducción de aluminio con el 70%, se trabajó con pH más alto de 10.19 y conductividad de 2.19 miliSiems/cm. La muestra C1 tuvo la mayor remoción de aluminio, con un pH moderadamente alcalino (Figura 4).

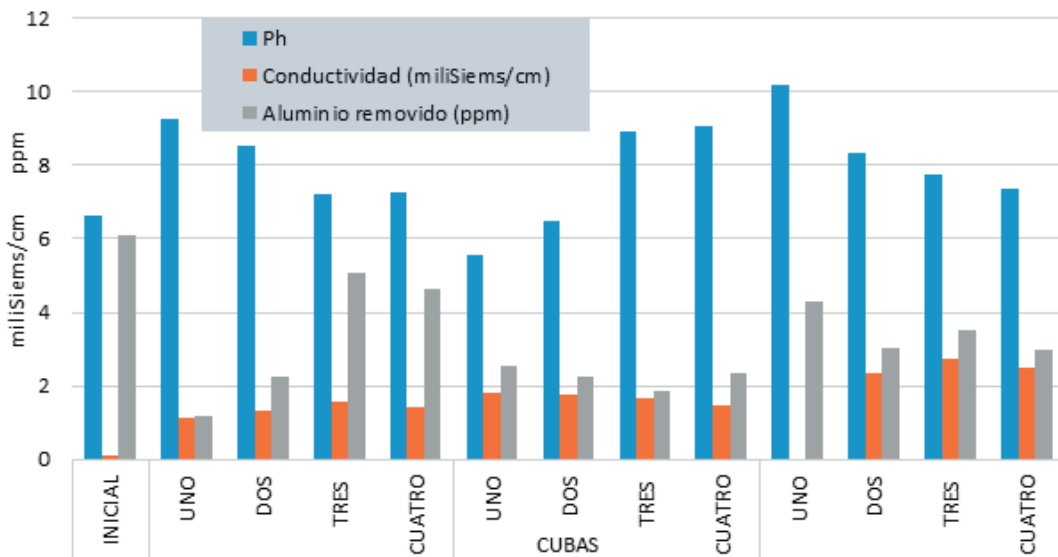


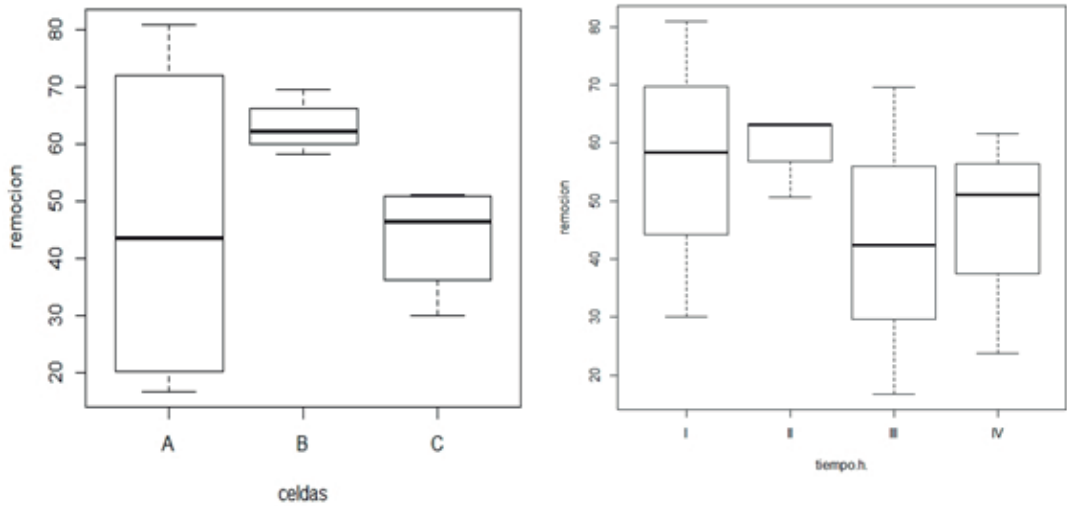
Figura 4. Resultado de la caracterización del fango residual inicial y del fango en cada una de las cubas tras los tratamientos.

La tabla 4, muestra el estadístico general de los ensayos.

Tabla 4. Estadístico general, porcentaje Alresidual vs celda y Alresidual vs. tiempo

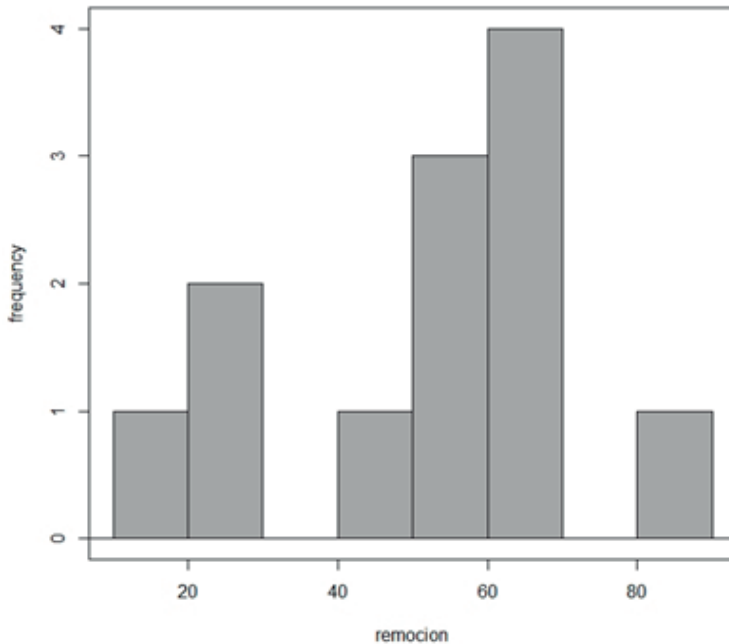
	$\bar{X}$	s	IQR	0%	25%	50%	75%	100%
A	46.18	30.94	45.69	16.72	22.00	43.52	67.70	80.98
B	63.15	4.67	3.89	58.36	60.81	62.37	64.71	69.50
C	43.56	9.88	11.43	30.00	39.34	46.55	50.77	51.14
I	56.44	25.54	25.49	30.00	44.18	58.36	69.67	80.98
II	59.01	7.24	6.31	50.65	56.88	63.11	63.19	63.27
III	42.89	26.39	26.39	16.72	29.59	42.45	55.98	69.50
IV	45.51	19.55	18.93	23.77	37.45	51.14	56.39	61.63

Los datos obtenidos en las pruebas de laboratorio son analizados estadísticamente mediante el software R; la celda que mejores resultados arroja a primera vista en cuanto al porcentaje de aluminio residual es la B, debido a su promedio más alto ( ) y menor desviación estándar (s); de 63.15% ± 4.68, comparado con las celda A de 46,19% ± 30.95 y con la celda C con de 43,57% ± 9.88, como se puede constatar en la gráfica 5. Referente al porcentaje de Alresidual analizado en función del tiempo la figura X, muestra una distribución similar en las cuatro horas de ensayo.



**Figura 5.** Diagrama de caja y bigotes: a) porcentaje de Alresidual vs celdas b) porcentaje de Alresidual vs tiempo

El gráfico 2 muestra la distribución normal, se obtuvo un p-value = 0.646 que es mayor a 0,05 por lo tanto se distribuyen normalmente



**Figura 6.** Distribución normal de los datos

Para verificar si el valor promedio de remoción obtenido en la celda B es significativamente mayor al obtenido con las celdas A y C se realiza una prueba ANOVA, esto debido a que los datos cumplen con la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk como se detalla en la tabla 5 siendo el valor p (o sig) mayor a 0.05.

**Tabla 5 .** Prueba de Normalidad

Celda	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
A	0,896	4	0,41
B	0,952	4	0,729
C	0,862	4	0,269

La prueba ANOVA indica que en realidad el porcentaje Alresidual es igual para cualquiera de las celdas ya sea la A, B o C; es decir se acepta Ho que los promedios de remoción son igual para cada una de las celdas debido a que el valor p(sig) es mayor a 0.05. Cabe resaltar que al comparar las varianzas de los porcentajes de Alresidual por celda existe una diferencia significativa entre las celdas A,B y C; según la estadística inicial la que menor dispersión arroja es los resultados obtenidos con la celda B; esto se confirmó con el estadístico de Levene (ver Tabla 7).

**Tabla 6.** Análisis Anova.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	904,574	2	452,287	1,259	0,329
Dentro de grupos	3232,326	9	359,147		
<b>Total</b>	<b>4136,9</b>	<b>11</b>			

**Tabla 7.** Prueba de homogeneidad de varianzas.

Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
18,593	2	9	0,001

## Conclusiones

De acuerdo al presente trabajo se determinó que la eliminación de huevos de helminto en el tratamiento electroquímico es muy eficiente. La remoción fue de un 100% con un tiempo de exposición máximo de 240 minutos con una humedad de 70% promedio. La formación de hipoclorito fue importante en los procesos de desinfección con un 19,2 ppm de concentración.

Con respecto al aluminio se obtuvo una eficiencia de remoción hasta del 80%, conseguido en el ensayo A2 (distancia de 7,5cm

entre electrodos, tiempo de contacto 180 minutos y con electrodos de grafito- cobre).

Se concluye que la humedad en el tratamiento electroquímico es un factor importante para la remoción de patógenos con porcentajes más altos hay una mejor remoción. A mayor tiempo de exposición a 12 voltios se concluye que hubo electro migración de los metales presentes en la placa hacia el lodo.

La desactivación y eliminación de huevos de helminto mediante el método electroquímico tuvo una eficiencia del 100%, dado que en el análisis de la muestra inicial se pudo obser-

var la presencia de los mismos, mientras que en el análisis del fango residual después de someter al proceso electroquímico se pudo observar una presencia nula de los huevos helminto.

## Literatura Citada

Ahmad, T., Ahmad, K., y Alam, M. (2016). Caracterización de los lodos de la planta de tratamiento de agua y sus opciones de eliminación segura. *Procedia Environmental Sciences*, 35, 950-955.

Akar, T., Tosun, İ., Kaynak, Z., Kavas, E., Incirkus, G., & Akar, S. T. (2009). Assessment of the biosorption characteristics of a macro-fungus for the decolorization of Acid Red 44 (AR44) dye. *Journal of hazardous materials*, 171(1-3), 865-871. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389409010139>

Ayres, R. M., Stott, R., Lee, D. L., Mara, D. D., & Silva, S. A. (1991). Comparison of techniques for the enumeration of human parasitic helminth eggs in treated wastewater. *Environmental technology*, 12(7), 617-623. [https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09593339109385048?casa\\_token=rpAiaHEpEjsAAAAA%3ABv5RFLKXOML7d7EKJIDrIvsU51xXQ\\_AkSfOEMtHgHZNTzSQc\\_UMF6gmlw8gaCpQBq9hRrPR4qQsYIaY&](https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09593339109385048?casa_token=rpAiaHEpEjsAAAAA%3ABv5RFLKXOML7d7EKJIDrIvsU51xXQ_AkSfOEMtHgHZNTzSQc_UMF6gmlw8gaCpQBq9hRrPR4qQsYIaY&)

Bazrafshan, E., Mohammadi, L., Ansari-Moghaddam, A., & Mahvi, A. H. (2015). Heavy metals removal from aqueous environments by electrocoagulation process—a systematic review. *Journal of environmental health science and engineering*, 13(1), 74. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40201-015-0233-8>

Bukhari, A. A. (2008). Investigation of the electro-coagulation treatment process for the

removal of total suspended solids and turbidity from municipal wastewater. *Bioresource technology*, 99(5), 914-921. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17499502>

Domingo, J. L. (2001). Evaluación de los potenciales riesgos para la salud en el entorno de plantas cementeras: metales pesados, dioxinas y furanos. *Sta.* <http://wp.fundacion-cema.org/wp-content/uploads/2017/07/CimentdrdomingoBcn08.pdf>

Duque Sarango, P. J., & Chinchay Rojas, L. V. (2008). Diagnóstico ambiental en tres mataderos de ganado en la provincia de Loja y diseño del plan de manejo ambiental (Bachelor's thesis). <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5665>

Duque-Sarango, P. J., Cajamarca-Rivadeneira, R., Wemple, B. C., & Delgado-Fernández, M. E. (2019) Estimación del balance hídrico de la Microcuenca Chaquilcay en el área de interceptación con el Bosque y Vegetación Protector Aguaronco, Gualaceo-Ecuador.

Eiband, M. M., Kamélia, C. D. A., Gama, K., de Melo, J. V., Martínez-Huitle, C. A., & Ferro, S. (2014). Elimination of Pb<sup>2+</sup> through electrocoagulation: Applicability of adsorptive stripping voltammetry for monitoring the lead concentration during its elimination. *Journal of Electroanalytical Chemistry*, 717, 213-218. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1572665714000538>

Ganzhi Fabian, Muñoz Cristian, Rodríguez Daniel (2013) Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Ucubamba <http://dspace.ucuena.edu.ec/bits-tream/123456789/30004/1/178-655-1-PB.pdf?fbclid=IwAR2eGje8ZTVuI2B-M6kaoJuymgwVzKVw14LF6MsYpFb61UGWc5XkG EsFu5M>

- García Villegas, V. R., Yipmantin Ojeda, A. G., Guzmán Lezama, E. G., Pumachagua Huertas, R., & Maldonado García, H. J. (2011). Estudio de la cinética de biosorción de iones plomo en pectina reticulada proveniente de cáscaras de cítricos. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 77(3), 173-181. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2011000300002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2011000300002&script=sci_arttext)
- Guapisaca, Maricela (2016) Tratamiento de fangos residuales procedentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales mediante procesos electroquímicos para la disminución de la concentración de huevos helmintos. <https://dspace.ups.edu.ec/browse?type=author&value=Livichuzca+Guapisaca%2C+Maricela+Natali>
- Khaled, B., Wided, B., Béchir, H., Elimame, E., Mouna, L., & Zied, T. (2015). Investigation of electrocoagulation reactor design parameters effect on the removal of cadmium from synthetic and phosphate industrial wastewater. *Arabian Journal of Chemistry*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535214003621>
- Linares-Hernández, I., Martínez-Miranda, V., Díaz, C. B., Pavón-Romero, S., Bernal-Martínez, L., & Lugo, V. L. (2011). Oxidación de materia orgánica persistente en aguas residuales industriales mediante tratamientos electroquímicos. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(1), 21-36. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3624174>
- Martínez, L., & Lugo, V. L. (2011). Oxidación de materia orgánica persistente en aguas residuales industriales mediante tratamientos electroquímicos. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(1), 21-36. <https://www.re-dalyc.org/articulo.oa?id=323627681003>
- Mao, J., Won, S. W., Vijayaraghavan, K., & Yun, Y. S. (2009). Surface modification of *Corynebacterium glutamicum* for enhanced Reactive Red 4 biosorption. *Bioresource technology*, 100(3), 1463-1466. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096085240800669X>
- Metcalf and Eddy. (1979). *Wastewater Engineering: Treatmentm Disposal, Reuse*. McGraw-Hill. [https://www.academia.edu/35963101/Ingenier%C3%ADa\\_de\\_aguas\\_residuales\\_Volumen\\_1\\_3ra\\_Edici%C3%B3n\\_-\\_METCALF\\_and\\_EDDY-FREELIBROS.ORG.pdf?auto=download](https://www.academia.edu/35963101/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales_Volumen_1_3ra_Edici%C3%B3n_-_METCALF_and_EDDY-FREELIBROS.ORG.pdf?auto=download)
- Meunier, N., Drogui, P., Gourvenec, C., Mercier, G., Hausler, R., & Blais, J. F. (2004). Removal of metals in leachate from sewage sludge using electrochemical technology. *Environmental technology*, 25(2), 235-245. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09593330409355457>
- Organización Mundial de la Salud (1989) *Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales en agricultura y acuicultura*. Serie de informes técnicos 778, OMS. Ginebra. 90 págs. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/39333>
- Pérez Zúñiga, María (2016) Tratamiento de fangos residuales procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante procesos electroquímicos para la disminución de metales pesados (PB). <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12045>
- Sarango, P. J. D., Heras-Naranjo, C., Lojano-Criollo, D., & Vilorio, T. (2018). Modelamiento del tratamiento biológico de aguas residuales; estudio en planta piloto de contactores biológicos rotatorios.//Modeling of biological wastewater treatment; study in pilot plant of rotating biological contactors. *Ciencia Unemi*, 11(28), 88-96.
- Valor Rizo, A. (2017). Diseño de una planta de concentración de fangos activos procedentes de un tratamiento biológico, mediante ósmosis directa, con el objeto de mejorar su rentabilidad económica <https://riunet.upv.es/handle/10251/85384>

---

## **INSTRUCCIONES PARA AUTORES**

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

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

### **Envío de Manuscritos**

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

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

---

## **INSTRUCTIONS FOR AUTHORS**

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

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

### **Submitting an article**

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

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



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

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

### **Tipos de publicaciones en la Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología**

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

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

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

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

### **Types of Publications in the Amazon Magazine - Science and Technology**

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

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

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

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

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

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

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

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

### **Manuscript Preparation**

Scientific names should be written

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

### Preparación del Manuscrito

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Procedimiento Experimental o Mate-

Common designs can easily be described

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Cevallos et al, 2003).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

INEGI (Instituto Nacional de Estadística

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

## **INSTRUCCIONES PARA ÁRBITROS**

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

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

### **Criterios de que un árbitro debe evaluar**

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

#### **Título**

*Confirmar que:*

Describa apropiadamente el contenido fundamental de la contribución.

#### **Palabras claves**

*Asegurarse de que:*

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

Sean útiles para identificar lo fundamental de una contribución.

#### **Resumen**

## **INSTRUCTIONS FOR ARBITOR**

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

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

### **Criteria that an arbitrator must evaluate**

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

#### **Title.**

*Confirm that:*

It appropriately describes the content of the article

#### **Keyword(s).**

*Ensure that:*

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

They are useful in identifying the substance of the article.

*Comparar que:*

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

Se presente en un solo párrafo.

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

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

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

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

## **Introducción**

*Comprobar que:*

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

Los objetivos o las hipótesis estén claramente indicados.

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

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

## **Summary.**

*Check that:*

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

It consists of a single paragraph.

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

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

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

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

## **Introduction.**

*Check that:*

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

The objectives or hypotheses are clearly stated.

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

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

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

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

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

## **Materiales y Métodos**

### *Cerciorarse de que:*

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

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

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

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

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

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

## **Materials and methods.**

### *Ensure that:*

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

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

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

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

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

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

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

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

No contenga descripciones de protocolos de dominio común.

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

## **Resultados y Discusión**

*Asegurarse de que:*

Se presenten en forma ordenada, clara y precisa.

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

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

also described with the equation and citation, if applicable.

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

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

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

There are no descriptions of common procedures.

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

## **Results and discussion.**

*Ensure that:*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Los resultados sean congruentes con los objetivos y métodos descritos.

## **Conclusiones**

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

Se omitan especulaciones o deducciones no demostradas en el texto.

Las conclusiones no se presenten en forma numerada.

No contenga referencias bibliográficas.

## **Literatura Citada**

*Confirmar que:*

fuzzy, or unclear.

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

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

The results are consistent with the objectives and methods described.

## **Conclusions.**

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

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

The findings are not presented in a numbered format.

No bibliographical references are presented.

## **References.**

*Confirm that:*

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

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



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

Las referencias aparezcan en orden alfabético y suborden cronológico.

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

chapters is omitted.

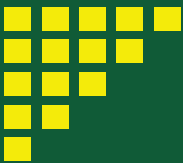
The references appear alphabetically and are sub ordered chronologically.

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



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

Volúmen 7, Número 3, pag 132 - 202 de la Revista Amazónica:  
Ciencia y Tecnología de la Universidad Estatal Amazónica  
Publicación: Sep. - Dic. 2018



ISSN 1390-5600 Impreso

ISSN 1390-8049 Electrónico

