

# BOSQUES

VOLUMEN 7 NÚMERO 2 2017

ISSN 2528-7818

# Latitud Cero

Revista Indexada

Lo más hermoso en el desierto es encontrar un oasis

Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja, un Referente de Investigación y Formación Forestal en el Ecuador



Con la participación de:





Revista científica digital de publicación periódica semestral, editada por docentes de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, cuyo objetivo es contribuir al conocimiento científico y tecnológico, con enfoque multidisciplinario en los campos de la Silvicultura, Recursos Naturales Renovables, Producción Forestal, Biodiversidad, Productos Forestales Maderables y No Maderables, Tecnologías de la Madera, Cuencas Hidrográficas, Recursos Hídricos, Industrias Forestales, Agroforestería y Silvopasturas, Desarrollo Socioeconómico Rural, Genética y mejoramiento Forestal-Agrícola, Plagas y Enfermedades Agrícolas, Ordenamiento Territorial, Restauración Ecológica y Cambio Climático, entre otros, aportando al desarrollo y fortalecimiento de la investigación en el país.

“Bosques Latitud Cero” publica trabajos **originales**, bajo la responsabilidad de sus autores de temas académicos y de investigación científica. Es un espacio para la difusión y transferencia de resultados de conocimiento e innovación, cuya cobertura temática va dirigida a profesionales y estudiantes que gustan de estas ciencias.

## Séptima Edición

ISSN: 2528-7818

**PERIODICIDAD:** Semestral

**Publicación Digital**

**Dirección:** Av. Pío Jaramillo Alvarado y Reinaldo Espinosa,  
La Argelia

**PBX:** (593) 07 - 2547275

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

[bosqueslatitudcero@unl.edu.ec](mailto:bosqueslatitudcero@unl.edu.ec)

**Indizada/Resumida en Latindex-Directorio**

**Folio:** 16056

**2017**

LOJA-ECUADOR

**Diseño, Diagramación y Portada:**

Ing. Vinicio Alvarado Jaramillo

**Diseño de logotipo:**

Ing. Vinicio Alvarado Jaramillo

**Corrección de estilo Inglés:**

Instituto de Idiomas UNL

**Fotografía:**

Zhofre Aguirre Mendoza

**Institución Editora:**

Universidad Nacional de Loja

**Código Postal:**

110150

**Ciudad:**

Loja

**Parroquia:**

San Sebastián

**Teléfono:**

(+593) 07 - 2547275

HERBARIO REINALDO ESPINOSA  
LA ARGELIA - LOJA-ECUADOR



Esta obra está sujeta a la licencia Reconocimiento-NoComercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>.

## AUTORIDADES

**Dr. Gustavo Villacís Rivas Mg.Sc**  
Rector

**Dra. Martha Reyes Coronel Mg.Sc**  
Vicerrectora

## COMITÉ EDITORIAL

**Zhofre Aguirre Ph.D**  
Director General  
Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

**Napoleon López Tandazo, MCF**  
Editor Responsable  
Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

**Nikolay Aguirre Mendoza Ph.D**  
Editor Ejecutivo  
Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

## CONSEJO EDITORIAL

**Ph.D Jan Barkmann Georg-August**  
*Universitat Gottingen, Germany*

**Ph.D Byron Maza Rojas**  
*Universidad Regional Amazónica- IKIAM,  
Ecuador*

**Ph.D Ali Saleh**  
*Instituto de Texas-TIAER, Tarleton State  
University*

**MSc. José Alberto Oaillacar Silva**  
*Universidad de Los Lagos, Chile*

**MSc. Byron Palacios Herrera**  
*Universidad Nacional de Loja*

**MSc. Johana Muñoz Chamba**  
*Universidad Nacional de Loja*

**MSc. Víctor Eras Guamán**  
*Universidad Nacional de Loja*

**Ing. Vladimir Placencia**  
*Ministerio del Ambiente Ecuador*

**MSc. Vinicio Alvarado Jaramillo**  
*Universidad Nacional de Loja*

**Ph.D Tania Delgado Cueva**  
*Universidad Nacional de Loja*

## EDITORIAL

El esfuerzo y dedicación siempre reciben su recompensa, la vida siempre se encargará de brindarnos la oportunidad para dar y recibir, lo que hemos entregado. Al entregar el nuevo número de la revista Bosques Latitud Cero, me cabe el honor de haber sido uno de los iniciadores de su creación y que por coincidencias de la vida, he vuelto a retomar siendo parte del Comité Editorial. En este momento en que por otra coincidencia más de la vida la Carrera de Ingeniería Forestal está a cargo de la dirección y gestión de esta revista, que está sirviendo para difundir los frutos de trabajos investigativos de sus docentes y de investigadores de otras latitudes dentro y fuera del país

Es en este momento poco oportuno al que no hubiese querido llegar, pero que el tiempo no perdona y algún momento toca cerrar el ciclo, hoy cuando nos toca dejar las aulas, quiero hacer una entrega especial de este editorial a la Carrera de Ingeniería Forestal, a la cual he dedicado parte de mi esfuerzo diario. En estas instancias cuando la Carrera de Ingeniería Forestal que había iniciado con 50 estudiantes, entre el 2012-2014 y en el periodo 2017 -2018 existen 272 estudiantes, para quienes solo el compromiso de ser mejores cada día, les augura un éxito profesional. La docencia como nunca antes ha logrado contar con el 50 % de doctorantes o grado de Ph.D, aún queda iniciada la tendencia y en camino con colegas forestales que actualmente cursan su doctorado en Alemania, Brasil, España y México, que alegría y regocijo cuando el alumno supera al maestro.

Quizá la infraestructura y logística está quedando corta, con urgencia se requiere de personas con una nueva visión para un crecimiento acorde con las necesidades, demandadas desde la formación y ejercicio profesional; sin embargo en la incertidumbre e inestabilidad que le ha tocado vivir a nuestra Universidad, la Carrera de Ingeniería Forestal, con trabajo y dedicación ha logrado superar y contrarrestar con creces lo que aún parece contradictorio, pero lo más bello en el desierto es encontrar un oasis.

Premio a este esfuerzo, son los reconocimientos alcanzados. En el 2015 fuimos objeto de reconocimiento a la formación de profesionales forestales por “Premios SACHA”. Al igual estuvimos en “Premios Verdes 2017”. Participamos en el III Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental, Forestal y Ecoturismo en la UTEQ, Quevedo y recibimos el reconocimiento al mejor poster científico; participamos en el “I Congreso Internacional Bosques y Agroforestería” ESPOCH 2017 en Riobamba, con cuatro expositores desde nuestra carrera. Los estudiantes a través de su Asociación en acto público hicieron el reconocimiento a la carrera por la dedicación y desempeño de sus docentes. Finalmente al término de mi gestión la Dirección Zonal 7 del Ministerio del Ambiente en el AMBIENTE FEST 2017, en acto público reconoce a la Carrera de Ingeniería Forestal por su aporte a la conservación de los recursos naturales y apoyo al desarrollo sustentable, además una placa de reconocimiento a este humilde servidor, cuya gratitud la llevaré por siempre. Trabajamos con responsabilidad y compromiso, más no en el ánimo de ser galardonados.

Agradecemos de corazón, porque esa enorme gratitud, nos deja la satisfacción del deber cumplido, pero así mismo queda el compromiso de seguir creciendo y cada día ser mejores.

**Napoleón López Tandazo**

# ÍNDICE

<b>Análisis de correspondencia en la diversidad florística de agroecosistemas cafetaleros en la selva central del Perú</b> <i>Vinicio Alvarado Jaramillo</i>	8
<b>Efecto de la introducción de especies forestales en suelos degradados en procesos de restauración ecológica en el sur del Ecuador</b> <i>María Cristina Narváez, Nikolay Aguirre y Manuel Maldonado</i>	22
<b>Conocimiento sobre productos forestales no maderables en dos pisos florísticos: piemontano y montano bajo, en bosque semi-caducifolio, Santa Rufina, Loja, Ecuador</b> <i>Glenda Mora Román, Wilson Quizhpe, Patricio Castro y Oswaldo Jadán</i>	39
<b>Implicaciones sociales, técnicas y económicas de la comercialización de <i>Zea mays</i> L. en el cantón Espíndola, provincia de Loja</b> <i>Marlon Chamba, Fanny Cordero Rojas y Edison Vásquez</i>	55
<b>Ensilaje de pulpa de café con la aplicación de aditivos en el cantón Loja</b> <i>Max Encalada, Paulina Fernández, Nohemi Jumbo y Adriana Quichimbo</i>	71
<b>Caracterización de pastos naturalizados de la Región Sur Amazónica Ecuatoriana: potenciales para la alimentación animal.</b> <i>Edgar Benítez, Hermógenes Chamba, Efrén Sánchez, Segundo Parra, Diana Ochoa, Jairo Sánchez y Robert Guerrero</i>	83
<b>Posibilidades de comercialización de bonos de carbono del bosque seco de la provincia de Loja, Ecuador.</b> <i>Nathalie Aguirre, Alex Erazo y Julio Granda</i>	98
<b>Aprendizaje basado en proyectos (ABP) aplicado en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Caso de Estudio en Ingeniería Forestal</b> <i>Napoleón López</i>	116
<b>ARTÍCULO DE REVISIÓN</b>	
<b>Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador</b> <i>Johana Muñoz</i>	130

# Í N D E X

<b>Correspondence analysis in the floristic diversity on coffee agroecosystems of the Peruvian central rain forest</b> <i>Vinicio Alvarado Jaramillo</i>	8
<b>Effect of the introduction of forest species on degraded soils in ecological restoration processes in south of Ecuador</b> <i>María Cristina Narváez, Nikolay Aguirre y Manuel Maldonado</i>	22
<b>Knowledge about non-timber forest products in two floristic floors: montano and montano low, on semi-deciduous forest, Santa Rufina, Loja, Ecuador</b> <i>Glenda Mora Román, Wilson Quizhpe, Patricio Castro y Oswaldo Jadán</i>	39
<b>Social, technical and economic implications of the commercialization of <i>Zea mays</i> L. (corn) in the Espíndola canton, province of Loja</b> <i>Marlon Chamba, Fanny Cordero Rojas y Edison Vásquez</i>	55
<b>Laps of coffee pulp with the application of additives in the canton Loja</b> <i>Max Encalada, Paulina Fernández, Nohemi Jumbo y Adriana Quichimbo</i>	71
<b>Characterization of naturalized pastures of the Southern Region Amazonian Ecuadorian: potentials for animal production</b> <i>Edgar Benítez, Hermógenes Chamba, Efrén Sánchez, Segundo Parra, Diana Ochoa, Jairo Sánchez y Robert Guerrero</i>	83
<b>Possibilities of commercialization of carbon credits of the dry forest of the province of Loja, Ecuador</b> <i>Nathalie Aguirre, Alex Erazo y Julio Granda</i>	98
<b>Project-based learning (PBL) applied in Integral Management of Watersheds. Forest Engineering Case of Stud y</b> <i>Napoleón López</i>	116
<b>REVIEW ARTICLE</b>	
<b>Natural Regeneration: A review of the ecological aspects in the tropical mountain forest of southern Ecuador</b> <i>Johana Muñoz</i>	130

# BOSQUES

## Latitud Cero

Revista Indexada



Ingeniero Napoleón Gómez, Director de la Carrera de Ingeniería Forestal junto a estudiantes del 8vo ciclo.



Reconocimiento por la presentación de póster “Efectos de las intervenciones silviculturales en la regeneración natural del bosque tropical de montaña en el sur del Ecuador” otorgado en el III Congreso Internacional de Ingeniería Ambiental, Forestal y Ecoturismo.



Reconocimiento al compromiso por la conservación y desarrollo sostenible de los recursos naturales de la región sur del Ecuador. Otorgado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador Regional 7



Reconocimiento de la pre-asociación de estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal



Premio SACHA, a las mejores prácticas forestales y uso de madera de origen legal. Otorgado por la FAO, WWF

# Análisis de correspondencia en la diversidad florística de agroecosistemas cafetaleros en la selva central del Perú

## Correspondence analysis in the floristic diversity on coffee agroecosystems of the Peruvian central rain forest

Alvarado Vinicio<sup>1\*</sup>

1. Docente de la Carrera de Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Universidad Nacional de Loja, Ecuador

Autor para correspondencia: [vinicio.alvarado@unl.edu.ec](mailto:vinicio.alvarado@unl.edu.ec)

RECIBIDO: 10/10/2017

APROBADO: 27/11/2017

### RESUMEN

Se evaluó la diversidad florística presente en diferentes agroecosistemas cafetaleros de la selva central del Perú: El Oconal, Alto Kimiriki y Río Venado, con el propósito de conocer las especies de mayor importancia asociadas al cultivo, tanto de especies introducidas como de autóctonas. Se identificó las especies existentes, determinación de índices de diversidad vegetal basado en los índices de Shannon-Weaver, Margalef y Simpson en parcelas permanentes. Las especies encontradas fueron: *Inga brachyptera* (paca) que predomina en las zonas de El Oconal y Río Venado, mientras que *Musa paradisiaca* (plátano) es la principal especie encontrada en Alto Kimiriki, otras especies como *Pinus* sp. (pino), *Perebea* sp. (chimicua) y *Cedrelinga* sp. (tornillo) se encuentran presentes en las tres zonas de estudio, muchas de ellas escasas, pero conservadas debido a la sombra que le proporcionan al cultivo. El índice de Shannon Weaver ( $H'$ ) demostró que existe una diferenciación leve entre sectores, encontrándose valores más altos de 3,631 bits \*ind<sup>-1</sup> para Río Venado-Satipo mientras que el análisis de correspondencia mostró la tendencia a la agrupación de las especies en torno a cada sector de estudio obteniendo que en el sector de Villa Rica las especies como *Inga* sp., *Juglans neotropica*, *Pseudolmedia rigida*, *Ficus* sp., *Citrus cinensis*, se encuentran mayormente concentradas; mientras que en Satipo, las especies *Cedrelinga catenaeformis*, *Calycophillum* sp. muestran la mayor correspondencia con el lugar, y en el sector de Pichanaki la correlación es menos fuerte que en los dos sectores, estando mayormente correlacionada las especies Huampo (*Heliocarpus* sp.) y Cedro Macho (*Cedrela* sp.).

**Palabras clave:** *Coffea arabica*, diversidad florística, agroecosistemas, bosque tropical, índices de diversidad.

## ABSTRACT

The present study evaluated the floristic diversity present in three different coffee agroecosystems of the Peruvian central rain forest: El Oconal, Alto Kimiriki and Río Venado, that allowed knowing the species of greater importance in the crop, both introduced species and native species. The study was realised with the botanical identification of species, indexes of vegetal diversity in permanent plots. The species found were: *Inga brachyptera* (known as Pacae), that predominates in the El Oconal and Río Venado areas, while *Musa paradisiaca* was the main specie found in Alto Kimiriki, other species such as *Pinus* sp. (pino), *Perebea* sp., (chimicua) and *Cedrelinga* sp. (screw) are present in the three study areas, many of them scarce but preserved by the shade that the product to the crop. The Shannon Weaver index ( $H'$ ) showed that there is a differentiation between sectors, finding higher values of 3,63 bits ind<sup>-1</sup> for Río Venado-Satipo, while correspondence analysis showed the tendency to group species around each sector of study, obtaining that in the sector of Villa Rica, species such as *Inga* sp., *Juglans neotropica*, *Pseudolmedia rigida*, *Ficus* sp., *Citrus cinensis*, they are mostly concentrated; while in Satipo, the species *Cedrelinga catenaeformis*, *Calycophillum* sp. they show the highest correspondence with the place, and in the Pichanaki sector the correlation is less strong than in the two sectors, with *Heliocarpus* sp. and *Cedrela* sp. being mostly correlated.

**Keywords:** Correspondence analysis, *Coffea arabica*, floristic diversity, agroecosystems, tropical forest, diversity indexes.

## INTRODUCCIÓN

La selva tropical amazónica como parte fundamental del neotrópico, guardan una alta diversidad (Gentry, 1982), y ha estado sujeta a procesos de colonización desde épocas republicanas debido a la búsqueda de minerales como el petróleo, la madera y como vastas áreas para ser pobladas por el hombre (Huallpa, 2009). En este proceso se ha introducido cultivos extensivos como el café que junto con la palma africana, cacao, caña y pastos para la ganadería están provocando cambios y movimientos de la biodiversidad así como la modificación de los ecosistemas en selva amazónica (Badii *et al.*, 2015), el agroecosistema cafetalero puede contemplarse desde dos perspectivas: aquella en la que se cultiva sin sombra, y aquellos sembríos donde coexisten con gran parte del bosque originario (flora y fauna) (Beer, Muschler, Kass, & Somarriba, 1997), estos últimos son de importancia en el presente estudio, porque permiten elevar el concepto de manejo sustentable a un punto más real y además le permite al agricultor conseguir mejores precios en el mercado (Otárola & Alpizar, 2006). La rentabilidad del café en estas zonas, sugiere un alto sacrificio de parte de la naturaleza, ceder espacio a tal punto que actualmente se encuentran deforestadas por diferentes fines agropecuarios más de 5 122000 ha de los cuales 70,9 % corresponden a bosques clasificados como colinas y de protección, con una tasa de deforestación de 254 ha/año (Caballero, 1980).

Es notorio que muchos de los servicios ecosistémicos alojados en los bosques tropicales y que benefician a los agricultores van degradándose continuamente como producto de la actividad agrícola, durante los últimos 50 años, los servicios ecosistémicos relacionados con el uso de la tierra han

declinado en un 60% como consecuencia directa de su cambio de uso a actividades de producción de cultivos y crianzas, combustibles, minerales y fibra (Pinto & Paredes, 2014). Los agroecosistemas en general son sistemas frágiles que reciben aportes de energía externos, y aunque en los cafetaleros mucha de la vegetación permanece en el sector, es fácil observar amplios sectores donde la vegetación principalmente arbórea ha perdido su capacidad de recuperación. La selva central peruana se constituye principalmente por los departamentos de Pasco, Junín y Chanchamayo, lugares que tradicionalmente han tenido la fama de caficultores. Los diferentes pisos altitudinales donde se produce café oscilan entre 900 a 1600 m snm. En el sector de Villa Rica se produce uno de los denominados cafés de altura del Perú, ya que se encuentra a una altitud de 1550 m snm, (PROAMAZONIA- MINAG, 2003).

La tendencia al crecimiento de producción de café en estos lugares estará en función de los precios y del deterioro que sufran las zonas de cultivo más antiguas, y esto, a la luz de todos es evidente que traerá un cambio en la vegetación al momento de colonizar nuevas áreas para el cultivo, la deforestación es la primera opción, sin proteger especies más vulnerables, y conservando muy pocas especies arbóreas endémicas, debilitando la estructura general del bosque y volviendo frágiles los servicios ecosistémicos que ofrecen.

El presente artículo, aporta datos científicos que resaltan la importancia de determinadas especies vegetales a ser conservadas o sembradas según la zona, pisos altitudinales o diferentes formas de manejo en contubernio al entorno productivo del café en el bosque tropical amazónico peruano, dichas preferencias, evidentemente son la base para una propuesta de conservación apegada a los requerimientos socioeconómicos de la población.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área de Estudio:** La investigación fue llevada a cabo en la selva central del Perú en los Departamentos de Pasco y Junín, conocidos por la tradición en la producción de café, se eligieron específicamente los sectores de El Oconal en el distrito de Villa Rica, Alto Kimiriki en el distrito de Pichanaki y Río Venado en el distrito de Satipo (Figura 1). Los tres sectores fueron seleccionados por estar a diferentes altitudes, además por tener un manejo diferente, y por tener diferencias especies vegetales de sombra. El detalle de la ubicación de los sectores de estudio se muestra a continuación:

Tabla 1. Ubicación de los sectores de estudio en la Selva Central. Perú.

Sector	Departamento	Provincia	Distrito	Coordenadas	
				Latitud Sur	Longitud Oeste
El Oconal	Pasco	Oxapamba	Villa Rica	10°44'47.32"S	75°15'11.95"O
Alto Kimiriki	Junín	Chanchamayo	Pichanaki	10°59'30.85"S	74°52'40.48"O
Río Venado	Junín	Satipo	Satipo	11°13'17.78"S	74°45'38.70"O

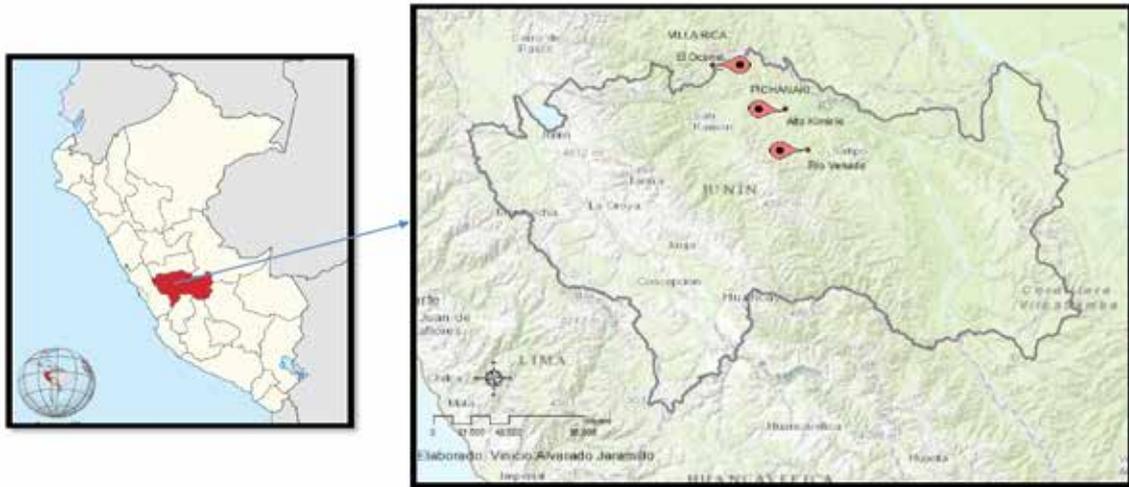


Figura 1. Mapa de localización de los sectores de estudio donde se observan los puntos rojos que representan las fincas utilizadas para el presente estudio: El Oconal-Villa Rica. Alto Kimiriki – Pichanaki y Río Venado – Satipo.

### Muestreo y toma de datos

Se seleccionaron las fincas cafetaleras en función de la accesibilidad y pisos altitudinales, solicitando los permisos pertinentes a los propietarios para acceder a las propiedades sin inconvenientes. Se elaboraron mapas digitales con diversas capas para la delimitación de las fincas y la respectiva ubicación de las parcelas con las coordenadas obtenidas en campo basado en el manual de procedimiento de parcelas permanentes para bosque húmedo tropical (Synnott, 1991). En cada finca se instalaron 10 parcelas permanentes distribuidas en zig-zag repartidas 5 en la parte baja y 5 en la parte alta, las mismas que fueron debidamente georeferenciadas con GPS *GARMIN GPSmap® 60CSv*, las parcelas se trazaron de forma rectangular, tuvieron una dimensión de 50 m de largo por 20 m de ancho ( $1000 \text{ m}^2$ ) dando un área total de evaluación de  $10\,000 \text{ m}^2$  (1ha) por cada finca. En cada parcela dentro del cultivo de café, se hizo un inventario de todas las especies arbóreas conservadas para la sombra del cafetal, incluyendo megaforbias (*Musa sp.*) de importancia dentro del cafetal, un esquema de la distribución de estas especies dentro de las parcelas se muestra en la Figura 2. En base a las recomendaciones de Synnott (1991), se consideraron los siguientes datos: nombre común, nombre científico, endemismo y abundancia, el uso que le dan a cada especie se realizó mediante encuestas a los propietarios de las fincas.

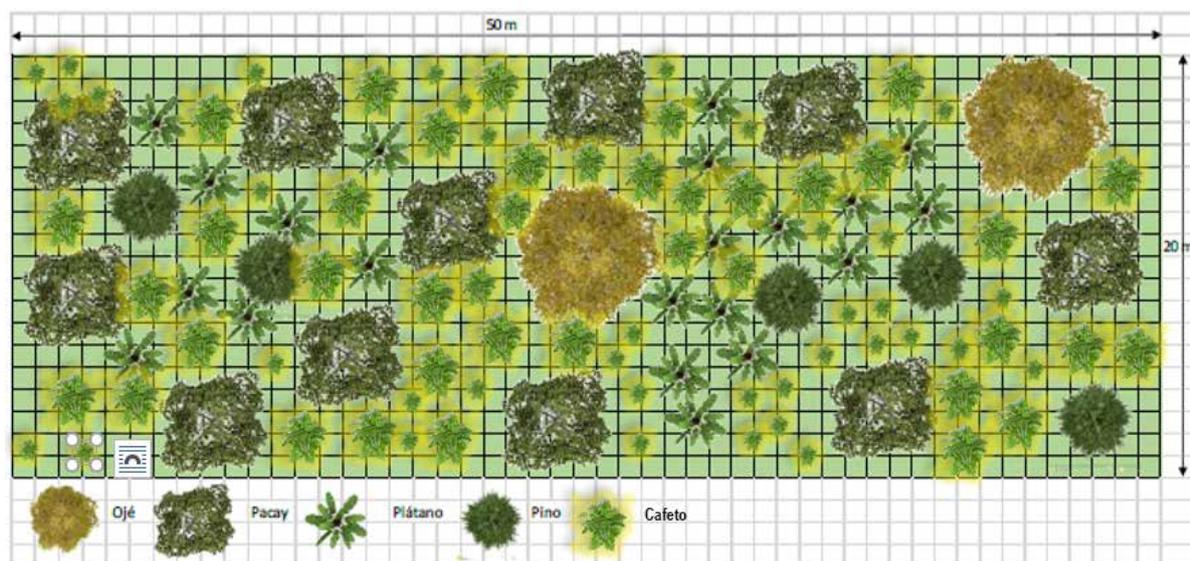


Figura 2. Parcela tipo para medición de diversidad vegetal de sombra en las fincas cafetaleras.

**Análisis de la información:** El reconocimiento de especies en campo se hizo con la guía de un “matero” nativo del área, con quien se colectaron muestras y contabilizaron las especies dentro de cada parcela. Se analizaron muestras botánicas de acuerdo al manual para identificación de especies forestales en la región Ucayali (“Manual para la identificación de especies forestales en la región Ucayali,” 2013), la base de datos se elaboró en una hoja *Excel* con los siguientes campos: nombre común, familia, nombre científico y usos de cada especie. El análisis de la diversidad vegetal para cada finca incluyó a especies arbóreas de sombra y aquellas no arbóreas (megaforbias); la base de datos de *Excel* se trabajó en el Software *Past*® en el que se calculó los índices de diversidad de *Shannon- Weaver*, dominancia *Simpson* e índice de *Margalef*. La versatilidad del programa permitió hacer análisis multivariados con los datos y construir gráficos de correspondencia que es una técnica estadística para mostrar las asociaciones entre un conjunto de variables en un diagrama de dispersión o mapa, lo que permite un examen visual de cualquier patrón o estructura en los datos, y de análisis de componentes principales para describir la variación de los datos multivariados en términos de un conjunto de variables no correlacionadas.

Los índices de diversidad vegetal se calcularon en función de las siguientes fórmulas:

Índice de Shannon-Weaver:

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Donde:

$H'$  = Índice de Shannon-Weaver

$S$  = Número de especies (Riqueza de especies)

$p_i$  = Proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos

Índice de Margalef:

$$I = \frac{s - 1}{\log n N}$$

Dónde:

I = Índice de Margalef

S = Número de especies presentes y

N = Es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies).

Índice de Simpson:

$$D = \sum \left( \frac{n_i}{N} \right)^2$$

Dónde:

D = Índice de Simpson

$n_i$  = Número de individuos de las especies  $i$

$N$  = Número total de individuos de todas las especies

## RESULTADOS

### Composición de especies de sombra en los agroecosistemas

En la Tabla 2 se puede observar las especies registradas, un total de 41 especies en todas las localidades estudiadas; en el sector de El Oconal se registraron 21 especies, en el sector de Alto Kimiriki 20 especies y en sector de Río Venado 26 especies con DAPs  $\geq 10$  cm. En la finca ubicada en El Oconal se identificaron diversas especies a lo largo del cultivo del café, como especies nativas del sector, predomina *Inga brachyptera* (paca blanco) preferida por su dosel denso (Figura 3a) por otro lado, existe una baja población de palma *Crisalidocarpus* sp. (Figura 3b); la mezcla de especies de árboles es más homogénea en la parte media y alta de la finca, observando especies como *Ficus* sp., *Pinus* sp., *Ogcodeia* sp.; *Palicourea* sp., *Juglans neotropica*, *Calycophyllum lutescens*, *Laurus* sp., como las más sobresalientes. La vegetación presente en la finca del Alto Kimiriki es bastante irregular, predominan especies introducidas como el plátano *Musa paradisiaca* que es usada como fruto y a la vez para sombra del café, debido a la ausencia de vegetación arbórea nativa, es evidente la degradación de la vegetación y la agresiva invasión del helecho macho conocido como chaca-chaca, chapumba o llashipa (*Pteridium arachnoideum*) (Figura 4), planta de muy difícil erradicación indicadora de la alteración de la vegetación primaria existente en el sector.

Tabla 2. Estructura de las especies de sombra ubicadas en los sectores de estudio.

Nombre común	Especies		Número de especies			Abundancia Relativa (porcentaje total de individuos)			% total/esp.
	Nombre científico	Familia	Oconal	A. Kimiriki	R Venado	Oconal	A. Kimiriki	R.Venado	
Pacae	<i>Inga brachyptera</i>	Mimosaceae	80	23	48	31.6	12.5	16.2	60.3
Plátano	<i>Musa paradisiaca</i>	Musaceae	48	72	79	19.0	39.1	26.7	84.8
Palmera	<i>Chrysalidocarpus lutescens</i>	Arecaceae	27	0	14	10.7	0.0	4.7	15.4
Pino	<i>Pinus pátula</i>	Pinaceae	17	15	27	6.7	8.2	9.1	24.0
Ficus	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	9	3	0	3.6	1.6	0.0	5.2
Nogal	<i>Juglans neotrópica</i>	Juglandaceae	9	0	3	3.6	0.0	1.0	4.6
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	8	0	4	3.2	0.0	1.4	4.5
Palto	<i>Persea americana</i>	Lauraceae	8	0	0	3.2	0.0	0.0	3.2
Chimicua	<i>Perebea</i> sp.	Moraceae	7	3	3	2.8	1.6	1.0	5.4
Papaya	<i>Carica papaya</i>	Caricaceae	7	9	4	2.8	4.9	1.4	9.0
Copal	<i>Protium</i> sp.	Burseraceae	6	4	0	2.4	2.2	0.0	4.5
Naranja	<i>Citrus cinensis</i>	Rutaceae	5	0	4	2.0	0.0	1.4	3.3
Roble	<i>Ocotea</i> sp.	Lauraceae	4	0	0	1.6	0.0	0.0	1.6
Tamaruri	<i>Ogcodeia</i> sp.	Moraceae	4	0	2	1.6	0.0	0.7	2.3
Catahua	<i>Hura crepitans</i>	Euphorbiaceae	3	0	2	1.2	0.0	0.7	1.9
Muesquel	<i>Palicourea</i> sp.	Rubiaceae	3	0	2	1.2	0.0	0.7	1.9
Albicia	<i>Albizia</i> sp.	Mimosaceae	2	0	0	0.8	0.0	0.0	0.8
Cedro	<i>Cedrela</i> sp.	Meliaceae	2	8	0	0.8	4.3	0.0	5.1
Ojé	<i>Ficus</i> sp.	Moraceae	2	0	0	0.8	0.0	0.0	0.8
Capirona	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	Rubiaceae	1	0	3	0.4	0.0	1.0	1.4
Tornillo	<i>Cedrelinga</i> sp.	Mimosaceae	1	1	6	0.4	0.5	2.0	3.0
Níspero	<i>Eriobotrya japonica</i>	Rosaceae	0	8	0	0.0	4.3	0.0	4.3
Moena	<i>Aniba ocotea</i>	Lauraceae	0	7	19	0.0	3.8	6.4	10.2
Huampo	<i>Heliocarpus</i> sp.	Tiliaceae	0	5	3	0.0	2.7	1.0	3.7
Estoraque	<i>Myroxylon balsamum</i>	Fabaceae	0	4	0	0.0	2.2	0.0	2.2
Mashonaste	<i>Clarisia</i> sp.	Moraceae	0	4	0	0.0	2.2	0.0	2.2
Palo blanco	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Rubiaceae	0	3	0	0.0	1.6	0.0	1.6
Sapote	<i>Matisia cordata</i>	Bombacaceae	0	3	0	0.0	1.6	0.0	1.6
Yachama	<i>Poulsenia</i> sp.	Moraceae	0	1	0	0.0	0.5	0.0	0.5
Shimbillo	<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	0	1	0	0.0	0.5	0.0	0.5
Bolayna	<i>Guazuma</i> sp.	Sterculiaceae	0	1	29	0.0	0.5	9.8	10.3
Chonta	<i>Bactris gasipaes</i>	Arecaceae	0	0	11	0.0	0.0	3.7	3.7
Alcanfor	<i>Nectandra phoebe</i>	Lauraceae	0	0	8	0.0	0.0	2.7	2.7
Limón dulce	<i>Citrus aurantifolia</i>	Rutaceae	0	0	6	0.0	0.0	2.0	2.0
Pashaco	<i>Schizolobium</i> sp.	Fabaceae	0	0	6	0.0	0.0	2.0	2.0
Quinilla	<i>Chiysophyllum</i> sp.	Sapotaceae	0	0	4	0.0	0.0	1.4	1.4
Ishpingo	<i>Amburana</i> sp.	Fabaceae	0	0	3	0.0	0.0	1.0	1.0
Copaiba	<i>Copaifera</i> sp.	Fabaceae	0	0	2	0.0	0.0	0.7	0.7
Ulcumano	<i>Nageia rospigiosii</i>	Podocarpaceae	0	0	2	0.0	0.0	0.7	0.7
Rifari	<i>Miconia</i> sp.	Melastomataceae	0	0	2	0.0	0.0	0.7	0.7
Higuerillo	<i>Ricinus comunis</i>	Euphorbiaceae	0	9	0	0.0	4.9	0.0	4.9
TOTALES			253	184	296	100	100	100	



Figura 3. A) *Inga* sp. - pacaie blanco, B) palma - *Crisalidocarpus* sp.



Figura 4. Presencia de *Pteridium arachnoideum* en la zona media alta de Alto Kimiriki –Pichanaki

En el sector Río Venado la vegetación es más exuberante, se pudo evidenciar la presencia en general de un dosel más denso en la parte alta ya que en la parte media existen claros que son cubiertos con plátano *Musa paradisiaca* usada como sombra para el cafetal y para la alimentación (Figura 5A); así mismo, se observó en la parte central la presencia de chaca – chaca (*Pteridium arachnoideum*) como indicador de la degradación de las especies propias de la zona de estudio (Figura 5C). Así mismo la zona presenta algunos lugares sin un dosel significativo, de tal manera que se pueden apreciar áreas sin buen sombreado como se ve en la Figura 5B.



Figura 5. A) *Musa paradisiaca*, ubicada en los claros del cafetal como sombra. B) Área del cafetal desprovista de vegetación arbórea para sombra C) Presencia de *Pteridium arachnoideum* en Río Venado – Satipo.

## Análisis de Diversidad Vegetal.

En la Tabla 3, se resume una serie de índices obtenidos con el Software *Past*®, en primer lugar se puede observar el número de especies o “Taxones” de cada sector, siendo Río Venado en Satipo la zona con más especies, detectándose 26, luego están Alto Kimiriki en Pichanaki con 21 especies y El Oconal – Villa Rica con 20 especies, pero el mayor número de individuos está en el sector de Río Venado – Satipo con 296 individuos, le sigue el sector de El Oconal – Villa Rica con 253 individuos y Alto Kimiriki - Pichanaki con 184.

Tabla 3. Índices de Diversidad, Equitatividad y Dominancia en los tres agroecosistemas cafetaleros.

Índices	El Oconal	Alto Kimiriki	Río Venado
Taxón	21	20	26
Individuos	253	184	296
Dominancia (D)	0,1599	0,1887	0,1267
Simpson (1-D)	0,8401	0,8113	0,8733
Shannon (H)	3,310	3,222	3,631
Margalef	3,614	3,643	4,393
Equitatividad Pielou (J)	0,7604	0,7521	0,7793

La acumulación de una especie determinada se evidencia con el índice de Dominancia (D), y por obvias razones este índice es más alto en el sector de Alto Kimiriki (0,1887) debido a la alta presencia de *Musa paradisiaca* disperso por todo el sector y en cantidades considerables versus la escasa dominancia de las otras especies; por otra parte, en Río Venado la situación es similar, el índice de Dominancia (0,1267) se debe también a la presencia importante de la especie *M. paradisiaca* en este sector con 72 individuos y una abundancia relativa de 26,7% según la Tabla 1. El índice Simpson fue mayor en el sector Río Venado, su índice de dominancia fue de 0,8733, representado por las especies *M. paradisiaca*, *Inga sp.*, y *Chrysalidocarpus lutescens*, (Ver Tabla 1), este índice clarifica mucho mejor la diferencia entre los tres sectores de estudio, se puede observar en la Tabla 2 el índice Simpson para El Oconal de 0,8401 y para A. Kimiriki de 0,8113.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener tuvo diferencias significativas, siendo el sector Río Venado quien mostró una mayor diversidad (3,631 bits \*ind<sup>-1</sup>) distinguiéndose como el sector más diverso en especies vegetales de los agroecosistemas estudiados, seguido por el sector El Oconal (3,310 bits \*ind<sup>-1</sup>) y finalmente Alto Kimiriki (3,222 bits \*ind<sup>-1</sup>).

Al considerar el índice de riqueza de Margalef, el cual relaciona el número de especies y el número total de individuos, se observa que Río Venado presenta una riqueza mucho mayor que el resto de sectores (4,393), y es obviamente por tener un mayor número de especies (26 en total) y de individuos (296); en el sector El Oconal, este índice fue de 3,614 similar al del sector Alto Kimiriki de 3,643 donde demuestra claramente que en estos dos sectores tienen similares características en lo referente a su número de especies y de individuos. El índice de equitatividad de Pielou (j) muestra que la abundancia de especies fue semejante en los tres sectores donde se realizó el

estudio con valores cercanos a 1, pudiéndose observar que existe mayor uniformidad en el sector de Río Venado ( $J=0,7793$ ).

**Análisis de componentes principales:** Teniendo en cuenta los resultados anteriores, a través del presente análisis de componentes principales (ACP) Figura 6, se exponen ordenadamente y de una forma más clara la variabilidad de los datos de diversidad obtenidos, resumiéndolos de una manera más simple, obsérvese que dentro de la elipse están agrupados el 95 % de las especies, la gran mayoría de ellas que por su baja cantidad están agrupadas en el centro de los tres agroecosistemas no tienen una mayor representatividad, o no caracterizan a su agroecosistema, éste es caracterizado por aquellas especies que no están relacionadas entre sí, es decir aquellas especies que en abundancia marcan una diferencia, así se observa que en el casco convexo muy retiradas del grupo se encuentra el plátano (*Musa paradisiaca*) sobre en el plano donde están los vectores en color verde que representan los sectores de Río Venado (Satipo) y Alto Kimiriki (Pichanaki), es decir que esta especie es la que caracteriza a estos dos sectores, además comparten especies como moena (*Aniba ocotea*), bolayna (*Guazuma* sp.), pino (*Pinus patula*), en el caso de paca (*Inga* sp.), esta se encuentra entre los tres sectores pero se encuentra mayormente vinculada al sector El Oconal compartiendo el cuadrante del plano con la palmera (*Chrysalidocarpus lutescens*) como se evidencia en la Figura 6 específicamente en el caso del pino (*Pinus patula*) se encuentra en una posición media en la gráfica ya que está presente en los tres sectores pero con una mayor proximidad a Río Venado (Satipo) ya que en este sector se encontró un mayor número de especies como se pudo apreciar en la Tabla 3.

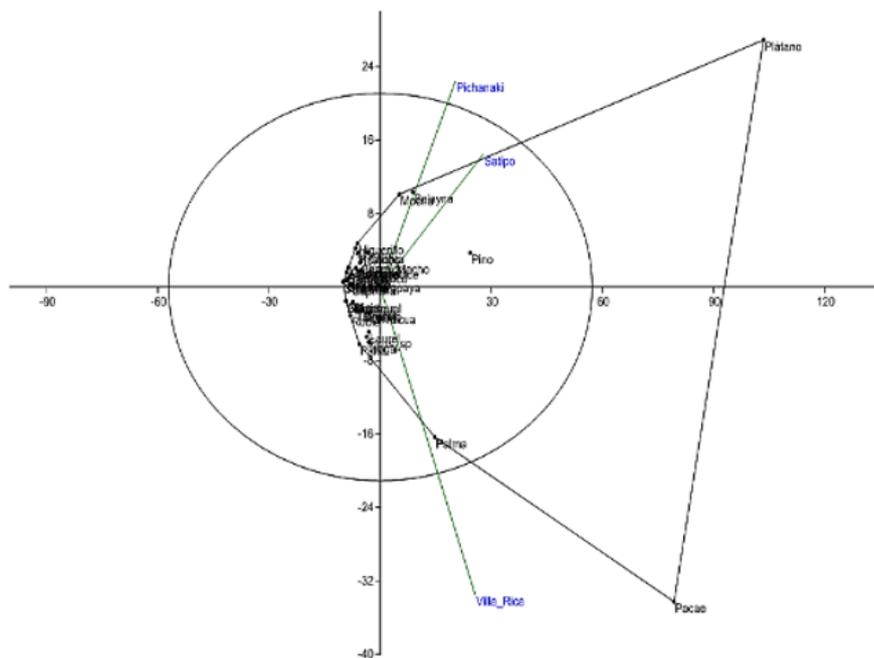


Figura 6. Diagrama de análisis de componentes principales (ACP) para las especies en estudio

## Análisis de Correspondencia.

La vegetación en los diferentes agroecosistemas cafetaleros mostró diferencias en las cantidades de individuos, de especies y abundancia por lo que se presenta a continuación un análisis de correspondencia para situar los valores de cada especie en relación al sector de estudio. En este gráfico se han simplificado los datos mostrando la tendencia a la agrupación de las especies en torno a cada sector de estudio, se puede observar que alrededor del sector Villa Rica existe una mayor correspondencia de especies como pacaes (*Inga* sp.), nogal (*Juglans neotropica*), chimicua (*Pseudolmedia rigida*), ficus (*Ficus* sp), naranjo (*Citrus cinensis*), mientras que en Satipo las especies con mayor correspondencia son tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), capirona (*Calycophyllum* sp.), y en el sector de Pichanaki la correlación es menos fuerte que en los dos sectores, estando mayormente correlacionada las especies huampo (*Heliocarpus* sp.) y cedro macho (*Cedrela* sp.).

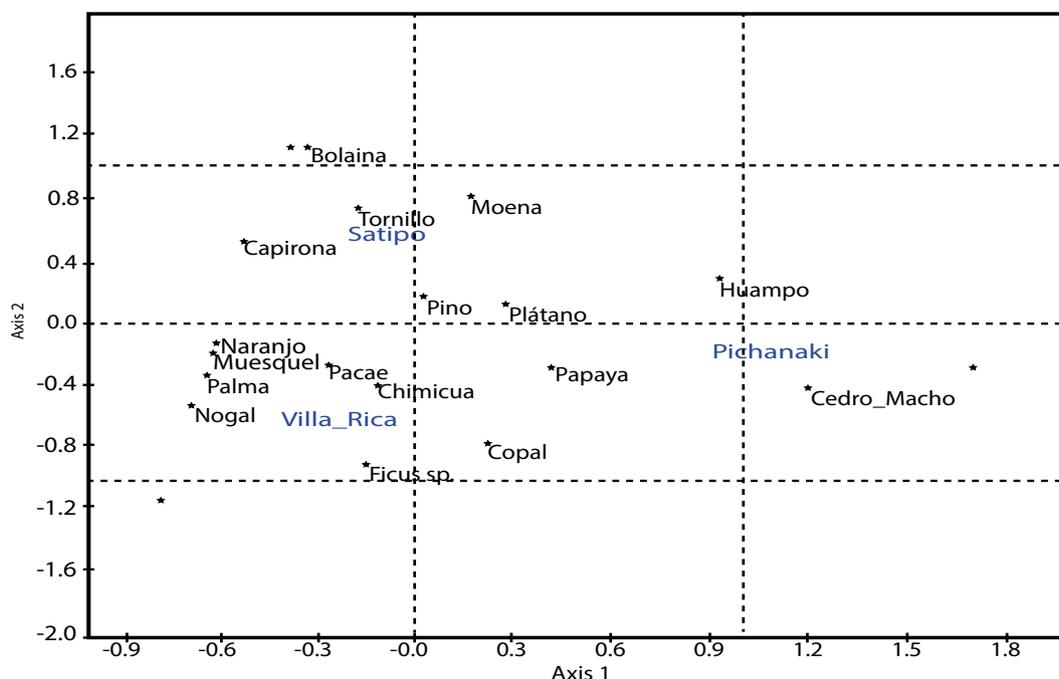


Figura 7. Análisis de Correspondencia de la especies y sectores de estudio.

## DISCUSIÓN

La información sobre la distribución de especies vegetales y sobre las correspondencias relacionadas a diferencias y semejanzas florísticas entre distintos lugares en la Amazonia juegan un papel importante tanto en los estudios científicos de la biota amazónica como en la planificación del manejo y conservación de esta naturaleza (Ruokolainen, Tuomisto, Ríos, Torres, & García, 1994). Los agroecosistemas como parte de los bosques tropicales, y fundamentalmente los dedicados a la siembra del café, utilizan muchas especies que se detallaron en la Tabla 2, muchas de ellas tienen una correspondencia común a lo largo de otros bosques ubicados en América del Sur, es así que muchas de las especies señaladas en el presente estudio concuerdan con los registros hechos por

CENICAFE en Ecuador, y en Colombia basados en parcelas permanentes en cafetales con y sin sombra (Salas Pinilla, 2009).

En el presente estudio el análisis estadístico de correspondencia permitió conocer las similitudes relacionadas a las especies entre las fincas estudiadas, estos datos analizados estadísticamente a través de este mapa de datos, facilita el análisis del uso de especies en los agroecosistemas según su funcionalidad y aporte a las necesidades del cultivo de café, es evidente que la estructura de especies como *Inga brachyptera*, *Juglans neotropica*, *Pseudolmedia rigida*, y *Ficus* sp, juegan un papel fundamental en la sombra de las plantaciones de cafeto en el sector de Villa Rica, así como las especies *Cedrelinga catenaeformis*, *Calycophyllum* sp. en Satipo y *Heliocarpus* sp y *Cedrela* sp, en Pichanaki, pero este efecto va mas allá de su utilidad en el cultivo, debido a que son plantas nativas de la amazonía peruana y su conservación se verá reflejada en diversidades a mayor escala como la beta o gama.

A nivel alfa, los índices de diversidad vegetal analizados en el presente estudio permitieron obtener la riqueza específica en cada uno de los lugares, así se demostró con el índice de Margalef que el sector Río Venado mantiene una vegetación suficientemente rica y funcional dentro del agroecosistema cafetalero. El índice de dominancia Simpson permitió dirigir la atención al sector Pichanaki y Río Venado, al analizar el tipo de vegetación dominante se encontró a *Musa paradisiaca*, especie usada para dar sombra a plantaciones recién establecidas y cuya duración en el cafetal es de corta duración (hasta la fase de reproducción) (INIAP - GTZ, 1993).

Es interesante resaltar que estudios de la biodiversidad se han realizado con otros fines, (como la conservación, por ejemplo); estudios en la Amazonia peruana empleando la metodología de parcelas permanentes de 1 ha, en bosques no intervenidos, han reportado diversidad entre 155 y 283 especies con  $DAP \geq 10$  cm (Gentry & Ortiz, 1993). El número de especies encontradas en el presente estudio (41), se ubica muy por debajo de otros estudios realizados fuera del Perú, como es el caso de Colombia, donde se han publicado estudios regionales de biodiversidad en zonas cafetaleras, en ellos se ha obtenido un número de 94 especies relacionados a bosques secundarios en la localidad El Cairo que tiene condiciones de remanentes de bosques, destacando que 79 de estas especies son nativas del sector (Sánchez, Durán, Vélez, García & Botero, 2008) frente a las 31 especies nativas encontradas en el presente estudio que muestra la fragilidad en los agroecosistemas cafetaleros en el bosque tropical peruano, que podrían disminuir la presencia de especies que en muchos casos son parte del climax de estos bosques tropicales. En lo que respecta a las especies encontradas en el estudio de especies en Colombia (Sánchez *et al.*, 2008), la flora está representada por cinco especies abundantes en la zona como *Austroeuatorium inulaefolium*, el género *Inga codonatha* que tiene cierta correspondencia con *Inga brachyptera*, encontrada en el presente estudio, así también, las especies *Musa paradisiaca*, *Juglans neotropica* y *Cordia alliodora* que coinciden con el inventario presentado en la Tabla 2.

Las diversas formas de manejo de los cafetales en las tres zonas de estudio han dado paso a que los agroecosistemas presenten coincidencias en algunas de sus especies como es el caso de *Musa paradisiaca*, *Inga brachyptera*, pero coinciden en aspectos negativos como la erosión genética ya que no existe en un número aceptable de especies nativas, así mismo se presenta una degradación del espacio boscoso que en las tres zonas se viene manifestando con la presencia de *Pteridium arachnoideum*, que está ganando espacio en la sucesión ecológica dentro del agroecosistema.

## CONCLUSIONES

La diversidad florística en agroecosistemas cafetaleros peruanos es de significativa importancia para la estructura ecológica y el mantenimiento de los servicios ecosistémicos de la zona, su estudio debe complementarse abarcando nuevas zonas de estudio bajo diferentes sistemas de siembra y manejo agronómico. Es importante destacar en la presente investigación, el uso de herramientas estadísticas como el análisis de correspondencia de las especies que contribuye al análisis del tratamiento utilitario de la taxa vegetal de sombra y su distribución, debido a que permite observar la agrupación de las principales especies por cada sector, con lo cual se puede fomentar la planificación de conservación de especies a nivel regional para estructurar la composición florística relacionada a las diversidades beta y gama dentro de los agroecosistemas cafetaleros.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al aporte de instituciones como PRONABEC que cubrió gastos de investigación y estudios, a la Universidad Nacional Agraria la Molina a su planta docente y administrativa en especial a quienes ayudaron con mi trabajo de investigación Dr. Alberto Julca, Biol. Zulema Quinteros, Biol. Germán Arellano Cruz, a todos quienes contribuyeron de forma desinteresada propietarios de las fincas, Sr. Antonio Ponce, al Ing. Edwin Mendoza de la Universidad de Satipo; al Laboratorio de Fibras y Lanasy del POCA - UNALM a cargo del Dr. Gustavo Gutiérrez Ph.D, a su asistente la Dra. Julissa Candio, Clínica de Diagnósis de la UNALM

## BIBLIOGRAFÍA

- ANDINA, (09 de Septiembre, 2013). *Café: Minagri proyecta exportaciones superiores a US\$800 millones en 2017*. Recuperado de <http://www.andina.com.pe/>
- Antón, D., & Reynel, C. (2004). *Relictos de bosques de excepcional diversidad en los Andes Centrales del Perú*. Lima.
- Badii, M., Guillen, A., Rodríguez, C., Lugo, O., Aguilar, J., & Acuña, M. (2015). Pérdida de Biodiversidad: Causas y Efectos. *Revista Daena (International Journal of Good Conscience)*, 10(2).
- Beer, J., Muschler, R., Kass, D., & Somarriba, E. (1997). Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry systems*, 38(1-3), 139-164.
- Caballero, J. D. (1980). Tendencias de la deforestación con fines agropecuarios en la Amazonia peruana. *Revista Forestal del Perú*, 10(1-2), 1-8.
- Cardona, J. C. (2003). *Caracterización y evaluación de los agroecosistemas de los centros agropecuarios cotové y paysandú*. Medellín, Colombia.
- Cary Fowler, P. M. (1990). *The Threatened Gene: Food, Politics, and the Loss of Genetic Diversity*. Lutterworth-UK
- Díaz, S., Fargione, J., Chapin, F., Tilman, D. Díaz, S., Fargione, J., & Chapin. (2006). *Biodiversity loss threatens human well-being*. Albuquerque.
- Encarnación, F., & Zárate, R. (2010). *Vegetación: informe temático Proyecto Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo Sostenible de la provincia de Satipo*. Iquitos.
- Gentry, A. (1982). Patterns of neotropical plant species diversity. In *Evolutionary biology* (pp.

- 1-84): Springer.
- Gentry, A., & Ortiz, R. (1993). Patrones de composición florística en la Amazonía peruana. *Amazonía Peruana: Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*, 155-166.
- Gliessman, S. (2002). Agroecología. Costa Rica: Turrialba.
- Huallpa, L. L. (2009). Procesos migratorios en la amazonia peruana: una mirada a las migraciones internacionales. *Migração internacional pan-amazônia NA*, 97.
- INIAP - GTZ. (1993). *Manual Del Cultivo Del Cafe*. Quevedo: Estación Experimental Pichilingue.
- Krebs, C. (1985). Estudio de la Distribución y la Abundancia. Mexico: Harla.S.A.
- MAGAP. (2010). Estructura de la Cadena de Café, Departamento de Gestión Agroindustrial. Quito.
- Manual para la identificación de especies forestales en la región Ucayali. (2013). Recuperado de <https://goo.gl/1q246Z>
- Manson R.H., H.-O. V. (2008). *Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz: biodiversidad, manejo y conservación*. Mexico: INECOL, INE-SEMARNAT
- McNeely et.al. (1990). *Conserving the World's Biological Diversity*. Washington: WWF-US and the World Bank.
- Melo, O., & Vargas, R. (2003). *Evaluación Ecológica y Silvicultural de Ecosistemas Boscosos*. Universidad del Tolima. Ibagué, Colombia.
- Municipalidad Distrital de Pichanaki. (2006). Plan de Desarrollo Estratégico Concertado de Pichanaki 2006 -2015. Pichanaki.
- Otárola, M., & Alpízar, F. (2006). Producción de café ecológico (certificado orgánico y comercio justo) de la organización CECOVASA, Perú. *CATIE*, 90-104.
- Pinto, C. A. L., & Paredes, S. R. Y. (2014). Los servicios ecosistémicos en el Perú. *Xilema*, 27(1), 62-75.
- PROAMAZONIA- MINAG. (2003). *Caracterización de las Zonas Cafetaleras del Perú*. Lima.
- Ruokolainen, K., Tuomisto, H., Ríos, R., Torres, A., & García, M. (1994). Comparación florística de doce parcelas en bosque de tierra firme en la Amazonia peruana. *Acta amazonica*, 24(1-2), 31-48.
- Salas Pinilla, N. (2009). *Variación en la diversidad funcional de plantas en cafetales sin sombra, con sombra y bosque (Quindío, Colombia)*.
- Sánchez, L., Durán, S., Vélez, J., García, R., & Botero, J. (2008). *Estudios regionales de biodiversidad en las zonas cafeteras de Colombia* (0120-0178).

# Efecto de la introducción de especies forestales en suelos degradados en procesos de restauración ecológica en el sur del Ecuador

## Effect of the introduction of forest species on degraded soils in ecological restoration processes in south of Ecuador

Narváez María Cristina<sup>1</sup>  
Aguirre Nikolay<sup>2</sup>  
Maldonado Manuel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Master en Ecología, Universidad San Francisco de Quito, Campus Cumbayá, Calle Diego de Robles s/n, Quito – Ecuador.

<sup>2</sup>Director de Investigación, Universidad Nacional de Loja, Avenida Pio Jaramillo Alvarado, Loja - Ecuador

<sup>3</sup>Docente de la Carrera de Veterinaria, Universidad Católica de Cuenca, Panamericana norte km 2 ½, Cuenca – Ecuador

\*Autor para correspondencia: ma\_cristinarvaez@hotmail.com

RECIBIDO: 10/10/2017

APROBADO: 05/12/2017

### RESUMEN

El presente trabajo se realizó después de siete años de implementación de un ensayo de restauración ecológica en zonas intervenidas en áreas de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus. Se evaluó cómo interfieren cinco especies forestales (tres nativas y dos introducidas) en tres estados de sucesión en suelos degradados. Adicionalmente, se indagaron las diferencias en las características fenotípicas, en biomasa microbiana y en la respiración basal del suelo entre especies nativas e introducidas; y finalmente se investigó la relación existente entre estos. Para comprobar estas hipótesis, se evaluaron variables fenotípicas de los árboles que intervienen directamente en la dinámica del suelo, a la vez se valoró la biomasa microbiana y la respiración basal como indicador biológico del suelo. Se observó que las especies forestales interfieren en la dinámica del suelo de forma diferente en cada una de las mismas, además se observaron diferencias significativas entre ellas en todos los parámetros fenotípicos e indicadores biológicos del suelo, sin diferenciarse si son nativos o introducidos. Se encontraron relaciones entre las características fisiológicas y los indicadores biológicos del suelo, diferenciándose en cada especie. Se concluyó que tanto la especie como el estado de sucesión influyen en el estado sanitario y fenotipo del árbol y a su vez en los indicadores biológicos del suelo.

**Palabras claves:** restauración ecológica, indicadores biológicos del suelo, especies forestales.

## ABSTRACT

This study was carried out seven years after the implementation of an ecological restoration process of the degradation in the buffer zones of Podocarpus National Park. An assessment was performed of the way in which five forest species (three native and two introduced) impact on degraded soils in three succession stages. In addition, differences in phenotypic characteristics and soil micro-biotic dynamics between native and introduced species were investigated. Finally, an analysis was performed as to whether the microbial biomass and basal respiration or the soil and were related to physiological characteristics. To test these hypotheses, phenotypic variables of the trees that intervene directly in soil dynamics were evaluated. The presence of microorganisms was assessed as a biological indicator of the soil, by quantifying the microbial biomass and basal respiration of the soil. The main conclusions were that each forest species interferes with soil biological indicators in a particular way, and significant differences were observed among the species under study in all phenotypic parameters and biological indicators of soil, independently of whether they were native or introduced. Relationships were identified between physiological characteristics and biological indicators of the soil, with differences in each species. The conclusion is that both the species and the state of succession influence the health status and phenotype of the tree, and therefore soil biological indicators.

**Keywords:** ecological restoration, soil biological indicators, forest tree species.

## INTRODUCCIÓN

Ecuador es uno de los lugares más biodiversos del mundo debido a sus ecosistemas característicos como son los bosques tropicales y los Andes (Gunter *et al.*, 2009). Los Andes orientales, específicamente, se consideran puntos calientes de biodiversidad (Gonzales y Ordóñez, 2009).

Esta biodiversidad disminuye de forma acelerada debido a que existen niveles muy altos de deforestación. La Organización para la Alimentación y Agricultura (FAO) reporta una pérdida de 450 millones de hectáreas de bosque tropical entre 1960 y 1990, con una tasa de deforestación de más del 2 % en la década de 1990 (James, 2006). Este mismo fenómeno se ha presentado en el Ecuador, alcanzando uno de los valores más altos en Latinoamérica, con niveles de deforestación mayores a 150 000 hectáreas por año (Aguirre, 2007). En la región sur de los Andes los valores de deforestación en el periodo 2000 a 2008 llegaron a un promedio de 5 158 hectáreas por año (Ministerio del Ambiente del Ecuador MAE, 2012).

El 90 % de la deforestación en los trópicos es provocada por la extensión de tierras para la agricultura. Alrededor del mundo los agricultores prefieren sembrar especies forestales que brinden un rédito económico inmediato, en desmedro de sembrar especies nativas que pueden brindar un rédito a mediano plazo (Nath *et al.*, 2016). Además, la deforestación también es causada por varios factores tanto directos como indirectos, entre los que se encuentran: la colonización, la situación socio económica de la población y de la región, la introducción de plantas, el turismo, entre otros. La deforestación tiene como consecuencia un descenso en la calidad del ecosistema y la pérdida de la biodiversidad; dejando como derivación tierras agrícolamente improductivas y con pobres condiciones naturales (Abreu *et al.*, 2008; James, 2006).

Los programas de reforestación aplicados en el Ecuador han tenido, fines comerciales, proteccionistas y/o recreacionales. En su gran mayoría, se han usado especies introducidas como el pino y el eucalipto (Aguirre, 2007). Siendo así; que, con la finalidad de recuperar ecosistemas de una manera integral, se ha incluido una nueva disciplina en los procesos de reforestación que es la restauración ecológica (Callaham, Rhoades y Heneghan, 2008). La restauración ecológica es el proceso de sustento a la regeneración de ecosistemas que han sido degradados, dañados o destruidos (Gann y Lamb, 2006). Los proyectos de restauración ecológica deben tomar en cuenta el ecosistema natural e ir acorde a las necesidades de la comunidad (Meli y Carrasco-Carballido, 2011). Este proceso brinda un enfoque sistémico en el cual se pueden incluir elementos propios del hábitat, que permiten la rehabilitación de la biodiversidad característica del lugar.

Para un proceso de restauración ecológica, el estudio de los indicadores biológicos suelo es un factor relevante en el mantenimiento y viabilidad de la biodiversidad de los ecosistemas nativos, por las relaciones inter e intra-específicas que tiene con las estructuras del mismo (Callaham, Rhoades, y Heneghan, 2008). Para ello es necesario estudiar a la comunidad microbiana que regula la producción primaria neta de materia orgánica del suelo de un ecosistema, aportando a la disponibilidad de nutrientes minerales para las plantas (Cleveland *et al.*, 2004). En este sentido, la biomasa bacteriana, así como la respiración basal, pueden ser considerados como indicadores de la interacción microbiana con el suelo; esto se fundamenta en el hecho de que la composición del suelo de un ecosistema es alterada por la estructura vegetal de las plantas introducidas afectando directamente en el proceso propio de un ecosistema (Wolfe y Klironomos, 2005).

La biomasa microbiana es el componente funcional de la microbiota del suelo, responsable de la descomposición y reconversión de la materia orgánica (MO), y de la transformación de nutrientes; definiéndose como una de las partes vivas de la materia orgánica del suelo (MOS) (Acosta y Paolini, 2006). Por su lado, la respiración basal es la actividad metabólica del suelo en reposo sin adición de sustratos orgánicos, considerada la principal fuente de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>) del ecosistema terrestre (Yuste, Ma, y Baldocchi, 2010). El estudio de los indicadores biológicos del suelo en un proceso de restauración ecológica se basa en analizar la relación existente con la vegetación y otros elementos del ecosistema (Saetre, 1998). En el presente estudio, este análisis permite determinar la situación biológica actual de los suelos, ya que estos indicadores ayudan a la formación estructural del suelo y a su estabilización. En esta investigación se tienen como referencia terrenos intervenidos por factores antropogénicos (quemados, cortados o inundados) y consecutivamente abandonados, que se encuentran en distintas etapas de sucesión.

En este proyecto se tomaron como referencia de estudio los datos de cinco especies (tres nativas y dos introducidas) en tres estados de sucesión. Se evaluó la forma en la que interfieren las especies forestales plantadas sobre los suelos degradados de los ecosistemas andinos del sur del Ecuador. Se pudo determinar que efectivamente si existe una diferencia en las características fenotípicas, la biomasa microbiana y respiración basal del suelo entre las especies nativas e introducidas. Esto se debe a que, como se menciona en varias investigaciones precedentes, las plantas introducidas alteran la dinámica y la composición del suelo por los aspectos morfológicos y fenotípicos específicos de cada una de ellas; así como la influencia de los factores fisiológicos propios sobre la biomasa microbiana y la respiración basal del suelo (Ehrenfeld, 2003).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de estudio está ubicada en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus, en la cuenca del Río San Francisco, en la provincia de Zamora Chinchipe, al sur oriente del Ecuador. Esta área presenta una composición vegetal mixta entre agricultura y bosques, en la cual se establecieron 3 estados de sucesión para el proceso de restauración ecológica (Aguirre, 2007). Siendo los siguientes:

- Pastizales. – están ubicados entre 1800 a 2100 msnm, la topografía es irregular con una inclinación del 53 % (6 a 90), cobertura vegetal del 100 %, dominan las gramíneas y árboles remanentes.
- Helecho. – están ubicados entre 1850 a 2100 msnm, con topografía irregular y una inclinación de 69 % (10 – 100), dominan los helechos y arbustos remanentes.
- Arbustos. – están ubicados entre 2000 a 2200 msnm, la topografía irregular con una inclinación de 44 % (5 – 55), dominan las hierbas, helechos y arbustos.

### Especies forestales

En cada estado de sucesión se seleccionaron cinco especies forestales de las que fueron plantadas en el proceso de restauración ecológica según los criterios de Aguirre (2007), representados en la Tabla 1. Después de siete años de haber sido plantadas, se evaluó la dinámica poblacional de dichas especies forestales.

Tabla 1. Características y criterios de selección de las especies (Aguirre, 2007).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Características	Criterios de Selección
Meliaceae	<i>Cedrela montana</i>	Cedro	Tolerante a la sombra	a, c, f
Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysanthus</i>	Guayacán	Tolerante a la sombra	a, c
Pinaceae	<i>Pinus patula</i>	Pino	Introducida	f, g
Myrtaceae	<i>Eucalyptus saligna</i>	Eucalipto	Introducida	f, g
Betulaceae	<i>Alnus acuminata</i>	Aliso	Demandante de Luz	a, b, d, e, f, g

a. madera valiosa, b. demandante de luz, c. crítica para conservación, d. fijador nitrógeno, e. protección suelo, f. uso múltiple, g. crecimiento rápido.

## Diseño experimental

Se tomó como base las mismas unidades experimentales (UE) que se utilizaron en la primera etapa de la investigación de Aguirre (2007), dispuestas en un Diseño de Bloques Completos al Azar, como indica la Tabla 2. Cada unidad experimental tenía una dimensión de 115m<sup>2</sup>, en donde inicialmente se sembraron 25 árboles.

Se calcularon las medidas estadísticas básicas de varianza y posición, evaluando cada una de las variables. En base a un Análisis de Varianza (ADEVA) inter especies e inter zonal, se comprobó la existencia de variabilidad entre tratamientos, comparando las medias en una Prueba de Tukey. El análisis estadístico fue hecho en SPSS y en "R".

Tabla 2. Fuentes de Variación (Aguirre, 2007)

Factor	Número	Detalle
Estado de sucesión	3	Pasto Helecho Arbusto
Especies	5	<i>Alnus acuminata</i> "aliso" <i>Pinus patula</i> "pino" <i>Handroanthus chrysanthus</i> "guayacán" <i>Cedrela montana</i> "cedro" <i>Eucalyptus saligna</i> "eucalipto"
Repetición	8	Todas las especies, en cada sitio
Total		120 unidades experimentales

A partir de la combinación de esta población (especie forestal x estado de sucesión) se analizaron los factores de variación fenotípica, de la biomasa microbiana y la respiración basal del suelo, como indicadores biológicos del suelo de las especies forestales dentro de un proceso de restauración ecológica.

## Fase de campo

Para obtener las medidas de los indicadores fenotípicos de las especies vegetales se utilizó la metodología de estudio de Gonzales y Ordoñez (2009), planteándose la recolección de información de los indicadores del fenotipo según la Tabla 3, y de los indicadores biológicos del suelo según la Tabla 4.

Tabla 3. Metodología y unidades de los Indicadores fenotípicos (Gonzales y Ordoñez, 2009)

Indicador Fenotípico	Metodología	Unidad
Sobrevivencia	Se constató la existencia o no de la planta.	%
Altura total	Se determinó con una cinta métrica, desde la base de la planta hasta la yema apical más alta.	cm
Altura comercial	Se midió con una cinta métrica, desde la base del tallo hasta la primera ramificación.	cm
Ancho de la copa	Se tomaron con una cinta métrica dos medidas, la primera correspondiente al ancho más grande y la segunda a 90° con respecto a la primera. Se promediaron las medidas.	cm
Estado Sanitario	1: Excelente (sin lesiones de plagas o enfermedades) 2: Muy bueno (lesiones en un 25 % del área foliar) 3: Regular (lesiones en un 50 % del área foliar y el tallo) 4: Malo (lesiones > al 75 % del área foliar y el tallo)	Cualitativa

Las muestras de suelo se recogieron durante la época lluviosa (septiembre a diciembre), debido a que en esta época incrementa la actividad microbiana (Schweitzer *et al.*, 2008). En cada unidad experimental, se tomó una muestra general conformada por diez submuestras. Las submuestras fueron tomadas debajo de la copa de diez árboles escogidos al azar, y dentro de un radio de 25 cm a 50 cm según el tamaño del árbol (Schweitzer *et al.*, 2008), retirando la hojarasca, piedras y animales en un cuadrante de 20 cm x 2 cm (Kourtev, Ehrenfeld, y Haggblom, 2002). La profundidad de la muestra fue de los primeros 5 m usando un metal corer (diámetro de 5 cm) (Eisenhauer *et al.*, 2010).

Tabla 4. Metodología y unidades de los Indicadores biológicos del suelo (Scheu, 1992)

Indicador biológico del suelo	Metodología	Unidad
Biomasa microbiana	Respirómetro electrolítico de micro compensación de O <sub>2</sub>	µg O <sub>2</sub> *h <sup>-1</sup> *g soil dw <sup>-1</sup>
Respiración basal	Respirómetro electrolítico de micro compensación de O <sub>2</sub>	µg Cmic*g soil dw <sup>-1</sup>

### Fase de laboratorio

En esta fase se utilizó un respirómetro electrolítico de micro-compensación de O<sub>2</sub> (Plischke and Buhr KG, Bonn, Alemania) para medir la Biomasa Microbiana C (Cmic) y la Respiración Basal. Este respirómetro mide de forma constante los cambios de la presión atmosférica utilizando dos cámaras (Retberg GmbH, Göttingen, Alemania); en la una se coloca la muestra a estudiarse y la otra cámara sirve de control. Las cámaras son sumergidas en un recipiente con agua a una temperatura de 22°C (Scheu, 1992). La unidad detectora está conectada a un amplificador que, en conjunto con un convertidor análogo a digital, es controlado por un computador que almacena los resultados (Scheu, 1992).

## RESULTADOS

Las especies forestales mostraron mayor índice de sobrevivencia en las especies introducidas que en las nativas. En el caso de las especies nativas se constató que el guayacán es la especie con mayor número de árboles, y en el caso de las especies introducidas fue el pino.

Se advierte que ha existido una clara tendencia positiva en la sobrevivencia de las especies que crecen en los estados de sucesión de arbusto y helecho, sobre las que crecen en los pastizales según se manifiesta en el *Figura 1*. Las sobrevivencias entre las especies de cada lote guardan una relación favorable para las especies introducidas, manteniendo los índices de desarrollo en la proporción: Pino  $\geq$  Eucalipto  $\geq$  Guayacán > Cedro  $\geq$  Aliso, según se observa en la *Tabla 5*.

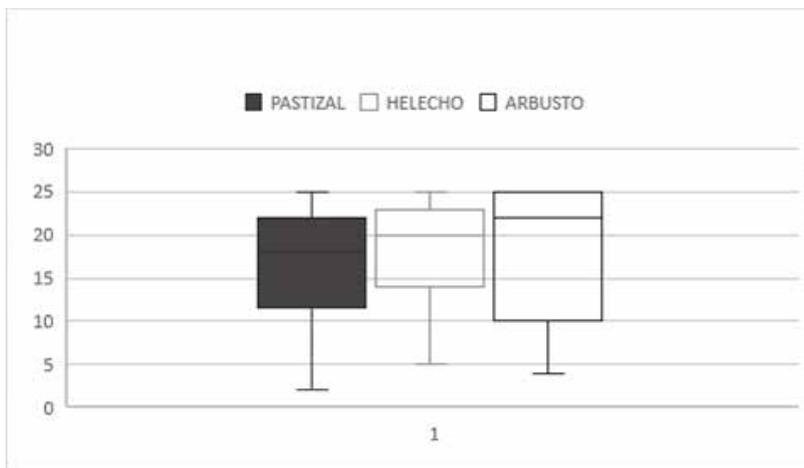


Figura 1. Promedio de sobrevivencia por lote en cada estado de sucesión.

Tabla 5. Análisis de sobrevivencia entre las diferencias entre especies y etapas de sucesión

	PASTIZAL					HELECHO					ARBUSTO				
	ALISO	CE-DRO	GUA-YACAN	EUCA-LIPTO	PINO	ALISO	CE-DRO	GUA-YACAN	EUCA-LIPTO	PINO	ALISO	CE-DRO	GUA-YACAN	EUCA-LIPTO	PINO
PASTIZAL	ALISO	X			0,001**					0,000***					0,000***
	CE-DRO		X	0,024*	0,010*			0,032*		0,000***					0,000***
	GUAYACAN			X							0,000***				
	EUCALIPTO				X						0,000***				
HELECHOS	PINO				X		0,008**								
	ALISO					X									
	CE-DRO						X		0,009**						0,002***
	GUAYACAN							X			0,002**				
ARBUSTO	EUCALIPTO										0,009**				
	PINO								X	0,0373	0,000***				
	ALISO									X		0,0373*			
	CE-DRO										X	0,000***	0,006**	0,000***	
	GUAYACAN											X			
	EUCALIPTO												X		
	PINO														X

### **Especies forestales que interfieren en los suelos degradados**

Para conocer como han interferido las especies forestales en los suelos degradados se realizó una correlación entre las variables de las características fenotípicas con los indicadores biológicos del suelo.

En la tabla 6. Se reflejan las correlaciones existentes. La correlación es significativa en el nivel 0,01; la correlación es significativa en el nivel 0,05. Las correlaciones medias son las del aliso con los dos indicadores biológicos del suelo y el estado sanitario, el eucalipto con la biomasa microbiana y el estado sanitario y el pino con todas las variables a excepción de la biomasa microbiana con el ancho de copa que muestra una correlación alta.

Por la variabilidad de datos, la disparidad de factores se consideró correlación baja de 0,1 A 0,2, correlación media 0,3 A 0,4 y correlación alta 0,5 en adelante; con los que se evaluó los resultados de la correlación de Pearson representados a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6. Relación entre los parámetros fenotípicos de los árboles y del suelo en las cinco especies estudiadas.

ESPECIE	Aliso			Cedro			Guayacán			Eucalipto			PINO		
	Respiración basal	Biomasa microbiana	Respiración basal	Respiración basal	Biomasa microbiana	Respiración basal	Respiración basal	Biomasa microbiana	Respiración basal						
ALTURA TOTAL	0,072	-0,106	-0,001	-0,117	0,115	-0,097	-0,029	-0,120	0,447	0,396	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Correlación de Pearson														
	0,262	0,096	0,992	0,069	0,011	0,031	0,542	0,011	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	247	247	241	241	489	489	450	450	550	550	550	550	550	550	550
ALTURA COMERCIAL	0,058	-0,117	0,000	-0,114	0,118	-0,116	-0,024	-0,124	0,451	0,389	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Correlación de Pearson														
	0,362	0,066	0,995	0,077	0,009	0,010	0,610	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	247	247	241	241	489	489	450	450	550	550	550	550	550	550	550
ESTADO SANITARIO	0,309	0,384	-0,111	0,007	0,030	-0,009	0,031	0,210	-0,370	-0,247	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Correlación de Pearson														
	0,000	0,000	0,086	0,915	0,512	0,849	0,515	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	247	247	241	241	489	489	450	450	550	550	550	550	550	550	550
ANCHO DE COPA	-0,005	-0,175	0,028	-0,064	0,089	-0,080	-0,014	-0,076	0,504	0,397	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Correlación de Pearson														
	0,934	0,006	0,665	0,323	0,048	0,077	0,760	0,109	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	247	247	241	241	489	489	450	450	550	550	550	550	550	550	550

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

\* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (2 colas).

0,1 A 0,2 Correlación baja

0,3 A 0,4 Correlación media

0,5 ENADELANTE Correlación alta

## Diferencias en las características fenotípicas y en los indicadores biológicos el suelo entre especies nativas e introducidas

Se encontraron grandes diferencias entre las especies forestales introducidas, sobre todo en el pino, como se muestra en el *Figura 2*. El estado Sanitario del Pino es en un 70 % excelente a diferencia de las otras especies que no superan el 12 %.

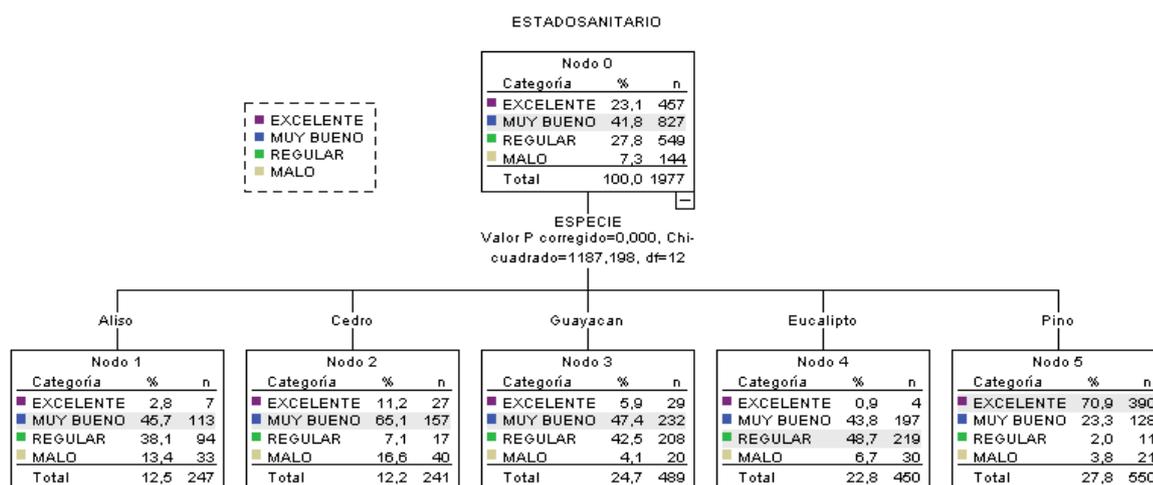


Figura 2. Estado Sanitario de los árboles estudiados

El resto de variables fenotípicas demostraron diferencias estadísticas (p 0,05) representadas en la *Tabla 7*, mientras las relaciones de las variabilidades en los indicadores biológicos del suelo se refleja en la *Tabla 8*.

Tabla 7. Análisis de la varianza de las características fenotípicas

Especie	Pino	Aliso	Eucalipto	Guayacán	Cedro
HSD Tukey a,b,c,d					
Altura total	1,0970 <sup>a</sup>	1711 <sup>b</sup>	-,0370 <sup>c</sup>	-0,8840 <sup>d</sup>	-0,8163 <sup>d</sup>
Altura Comercial	1,0732 <sup>a</sup>	0,2800 <sup>b</sup>	-,0427 <sup>c</sup>	-0,8983 <sup>d</sup>	-0,8338 <sup>d</sup>
Ancho de copa	1,0066 <sup>a</sup>	0,4737 <sup>b</sup>	-,3701 <sup>c</sup>	-0,8331 <sup>d</sup>	-0,7612 <sup>d</sup>

Bajo las características experimentales el pino es el que demostró las mejores particularidades fenotípicas, seguido por el aliso y el eucalipto respectivamente. Tanto el guayacán como el cedro han demostrado tener conjuntamente las características fenotípicas inferiores.

Tabla 8. Análisis de la Varianza de los indicadores biológicos del suelo

Especie	Eucalipto	Aliso	Guayacán	Cedro	Pino
HSD Tukey a,b,c					
Respiración Basal	-0,27654 <sup>a</sup>	-0,31552 <sup>a</sup>	0,07818 <sup>b</sup>	0,26355 <sup>b</sup>	0,18296 <sup>b</sup>
Biomasa microbiana	-0,09659 <sup>a</sup>	0,02191 <sup>b</sup>	-0,25963 <sup>a</sup>	0,02371 <sup>b</sup>	0,28963 <sup>c</sup>

El eucalipto mantuvo las características de los indicadores biológicos del suelo sobre el resto de especies. Tanto el eucalipto como el aliso han mantenido valores superiores al resto de especies en los valores de Respiración Basal, mientras que el guayacán los tiene en la Biomasa Microbiana. A diferencia de esto, el pino es la especie con valores inferiores en las características de los indicadores biológicos del suelo.

### Influencia de las características fisiológicas en los suelos degradados

Para determinar la relación entre las características fenotípicas de la planta, biomasa microbiana y respiración basal del suelo se hizo un análisis que determinó lo siguiente:

- Existió una correlación positiva alta en el pino, entre el ancho de copa y la biomasa microbiana.
- En el aliso, eucalipto y cedro, la altura total y la altura comercial tuvieron una correlación negativa baja y mediana con la biomasa microbiana.
- En el pino, la altura total y la altura comercial tuvieron una correlación positiva baja y mediana con la biomasa microbiana.
- En el pino y el guayacán, la altura total y la altura comercial tuvieron una correlación positiva baja y mediana con la respiración basal.
- El estado sanitario tuvo una correlación positiva media entre el aliso y eucalipto.
- El estado sanitario tuvo una correlación positiva media en el pino.

## DISCUSIÓN

Investigaciones como la de Abreu, Llambí, y Sarmiento (2008), basadas en el cambio de la estructura del ecosistema por la presencia de especies introducidas, al mismo tiempo que la de Batten, *et al.*, (2008), indican que las plantas introducidas inducen cambios en la composición de la comunidad microbiana del suelo. Pero en realidad, ¿existe alguna diferencia en las variables del aspecto fenotípico y de los indicadores biológicos del suelo entre las especies nativas e introducidas?

El suelo “es cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de las tierras, que ocupa un espacio y que se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural (Usda, 2006). Es por eso que los estudios de los indicadores biológicos del suelo deben ser realizados en paisajes similares, o donde se conozca el historial de los cambios antropológicos y naturales del mismo (Nearing, 2017) ya que los cambios edafológicos toman periodos largos de tiempo (Luzuriaga, 2001). De esta manera se logra demostrar que es posible hallar una relación entre los estadios de sucesión del paisaje con los indicadores biológicos del suelo (Yan Wen-De, *et al.*, 2017; Haibing Xiao, *et al.*, 2017(1),

Haibing Xiao, *et al.*, 2017(2)), siendo el efecto sobre el fenotipo una forma positiva de evaluación inmediata de los cambios del suelo. Los diferentes factores ecológicos, que forman parte de un ecosistema, influyen en los cambios de la interacción de las plantas con el suelo (Schweitzer *et al.*, 2008). Como ejemplo, Batten *et al.*, (2008) habla de una exudación radicular que existe a través de la comunidad de la rizófora preguntándose “¿las características fisiológicas de una planta influyen directamente con los indicadores biológicos del suelo?”, respondiendo que esto es posible debido a que las características fisiológicas afectan la disponibilidad de nutrientes y a los microorganismos del suelo relacionados con la composición de la comunidad de la rizófora y la productividad de la planta.

## **Especies Introducidas**

### **Pino (*Pinus patula*)**

El pino fue seleccionado por tener un uso múltiple y un rápido crecimiento (Gonzales y Ordoñez 2009). Aguirre (2007) en sus estudios ya mencionó que el pino tenía una sobrevivencia superior al del resto de especies de su investigación, manteniéndose estos valores durante esta búsqueda, junto a un estado sanitario excelente. Además, debido a su rápido crecimiento, el pino muestra mayor altura total, altura comercial y ancho de copa que las demás especies del estudio.

En este caso, la idea se ratifica, a excepción de los indicadores biológicos del suelo, donde no se ve reflejado un aspecto positivo sobre el mismo, pues al momento de la reforestación de plantas exóticas a gran escala se homogeniza el ecosistema y aparecen problemas de índole ecológico como la alteración en la composición del suelo (Gunter *et al.*, 2009).

### **Eucalipto (*Eucalyptus saligna*)**

El eucalipto también posee un uso múltiple y un acelerado crecimiento (Gonzales y Ordoñez, 2009). El eucalipto tiene un 91,5 % de sobrevivencia en la investigación de Aguirre (2007), y en la actualidad tiene una mortalidad del 25 % del valor original y un 17,5 % con respecto al estudio mencionado anteriormente. En las variables fenotópicas ya es superado por el aliso (no introducido), demostrando también los peores índices en su estado sanitario (48,7 %) por lo que el ambiente ha sido un facilitador para que los agentes bióticos afecten el estado sanitario del eucalipto. Asimismo, en la práctica, el eucalipto convierte en agente inhibidor de otras especies del ecosistema que crecen en su base (Sax, Kinlan y Smith, 2005). Las especies exóticas se relacionan con el ecosistema externo afectando el equilibrio de la comunidad del suelo nativo, y desatando un incremento de hongos y bacterias. Esta relación evita que exista competencia volviéndolo más vulnerable o más fuerte dependiendo las condiciones del hábitat (Wolfe y Klironomos, 2005). Lo dicho se refleja reflejándose en un mayor crecimiento, pero al mismo tiempo se produce un aumento de la mortalidad y decaimiento de los indicadores biológicos del suelo como sucedió con el pino.

## **Especies Nativas**

### **Aliso (*Alnus acuminata*)**

Especies como el aliso han sido utilizadas en procesos de restauración ecológica en todo el mundo, debido a su alta producción de biomasa correlacionada con la alta fijación de carbono (Macías,

2001), lo que ha llevado a asumir que estas especies son más beneficiosas para reducir el impacto de los gases como el de invernadero, que especies de lento crecimiento. Sus características fisiológicas justifican un estado sanitario muy bueno y valores superiores al del eucalipto en su fenotipo. Sin embargo, la sobrevivencia del aliso en la investigación de Aguirre (2007) fue de 56,6 %, y en esta investigación es del 41,2 %, siendo éste un índice muy pobre.

Las particularidades de la planta como: índice del área foliar, estacionalidad, fenología, los efectos sobre la biosfera, la cantidad y composición de exudado radicular, entre otros (Ehrenfeld, 2003), afectan a la dinámica de los nutrientes del suelo provocando que tenga valores inferiores en la biomasa y respiración basal.

### **Guayacán (*Handroanthus chrysanthus*)**

La sobrevivencia del guayacán en la investigación de Aguirre (2007) fue del 94,2 %, en esta investigación su población inicial se redujo a un 81,5 % con un estado sanitario “muy bueno”.

El guayacán está sometido a una competencia natural en la que no se establece ventaja alguna o inhibición para su desarrollo. La interacción de las plantas vecinas de un mismo ecosistema genera una competencia entre ellas para el desarrollo, por lo que los factores externos no cuantificados podrían afectar su desarrollo (Schneider, Law y Illian, 2006).

### **Cedro (*Cedrela montana*)**

En la investigación de Aguirre (2007) el cedro muestra un 68,9 % de sobrevivencia, y en la presente evidencia el 40,2 %, presentando la mayor mortalidad del estudio. Demuestra valores bajos en las variables de altura total, altura comercial y ancho de copa. En el estado sanitario indica un valor de “muy bueno”. Estos valores se relacionan con las tasas de sobrevivencia de esta especie en los bosques tropicales que se encuentran en el cuartil inferior con menores posibilidades de desarrollo (Van Breugel *et al.*, 2011).

### **Interacción planta-suelo**

La respiración basal y la biomasa microbiana serán considerables en los individuos de mayor crecimiento, sin importar la especie, aunque estará relacionada siempre con el ecosistema o estado de sucesión del bosque. En casos específicos, las correlaciones entre especies nativas e introducidas pueden variar, demostrándose en la práctica que poblaciones de especies de pino pueden sobresalir sobre las nativas provocando que sean más invasivas (Ganade *et al.*, 2011), pero al mismo tiempo su desarrollo puede verse limitado, si la especie nativa tiene mejor adaptación a su estado de sucesión. Esto explicaría por qué existe una mayor sobrevivencia del guayacán en el estado de sucesión arbustivo, sobre las especies introducidas.

Las interacciones de las plantas con el suelo son positivas cuando existe una disponibilidad de nutrientes, y negativas cuando existe un agotamiento o inmovilización de los mismos (Bezemer *et al.*, 2006). La disponibilidad de nutrientes del suelo viene de la mano con la composición de la vegetación y de la dominancia de las especies, debido a la relación que se da por la exudación de las raíces en la rizófora descargando gran cantidad de nutrientes (Bardgett *et al.*, 1999). De la misma manera, para que las plantas tengan una influencia en la composición del suelo, es necesario que exista una dominancia de una especie en un ecosistema (Bezemer, *et al.*, 2006), demostrándose parcialmente estos efectos en esta investigación.

## ■ CONCLUSIONES

En el presente estudio se ha notado que las características y criterios por las que fueron seleccionadas las especies influyen directamente en las variables planteadas. Siendo así, se evidencio que en los terrenos abiertos las especies introducidas tienen condiciones más favorables para el desarrollo. Se evidencio que en los bosques con mayor tiempo de formación las especies introducidas no muestran condiciones favorables en su desarrollo por ser intolerantes a la sombra, ocurriendo todo lo contrario con las especies introducidas, las cuales muestran un mejor desarrollo con respecto al resto de especies de los ecosistemas estudiados. Por lo cual el lugar con mayor éxito fue arbustivo cuando se habla de sobrevivencia.

Los patrones de comportamiento fisiológico en las especies introducidas muestran éxito en estas características, pero a la vez presentan valores deficientes en los indicadores biológicos del suelo. Un claro ejemplo de este fenómeno es el pino, mientras que las especies nativas muestran un patrón de comportamiento opuesto, debido a que, a pesar de mostrar valores deficientes en las variables fenotípicas, los valores de los indicadores biológicos del suelo son mayoritariamente positivos, siendo este un factor muy importante a considerar en el momento de restaurar los ecosistemas. La respuesta del funcionamiento de los ecosistemas de las comunidades microbianas es mejor evidenciarla en investigaciones con un lapso amplio de tiempo. Esta investigación presenta resultados preliminares, que pueden irse incrementando o alterando según se vaya evidenciando los cambios en la actividad microbiana, debido a que según cómo cambia la materia orgánica del suelo cambia a la vez la comunidad microbiana. Con la finalidad de ampliar la restauración ecológica como forma de conservación de la biodiversidad, es necesario estudiar a la vez de forma individual los distintos factores de este estudio, ampliando a la vez sus variables. Es por esto que este estudio sirve como base para otras investigaciones que determinaran el éxito de los procesos de restauración ecológica.

## ■ BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, Z., Llambí, L. D., y Sarmiento, L. (2008). Sensitivity of Soil Restoration Indicators during Paramo Succession in the High Tropical Andes: Chronosequence and Permanent Plot Approaches. *Restoration Ecology*, 1 - 10.
- Acosta, Y., y Paolini, J. (2006). Dinámica de la biomasa microbiana (C y N) en un suelo de la Península de Paraguaná tratado con residuos orgánicos. *Multiciencias*, 180 - 187.
- Aguirre, N. (2007). Silvicultural contributions to the reforestation with native species. Dissertation (p. 145). TU Munchen: Lehrstuhl für Waldbau.
- Bardgett, R., Mawdsley, J., Edwards, S., Hobbs, P., Rodwell, J., y Davies, W. (1999). Plant Species and Nitrogen Effects on soil biological properties of temperate upland grasslands. *Functional Ecology*, 650 - 660.
- Batten, K., Scow, K., y Espeland, E. (2008). Soil Microbial Community Associated with an Invasive Grass Differentially Impacts Native Plant Performance. *Microbial ecology*, 220 - 228.
- Bezemer, M., Lawson, C., Hedlund, K., Edwards, A., Brook, A., Igual, J., van der Putten, W. (2006). Plant species and functional group effects on abiotic and microbial soil properties and plant soil responses in two grasslands. *Journal of Ecology*, 893 - 904.

- Callahan, M., Rhoades, C., y Heneghan, L. (2008). A Striking Profile: Soil Ecological Knowledge in. *Restoration Ecology*, 604 - 607.
- Cleveland, C., Townsend, A., Constance, B., Ley, R., y Schmidt, S. (2004). Soil Microbial Dynamics in Costa Rica: Seasonal and Biogeochemical Constraints. *Biotropica*, 184 - 195.
- Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), Servicio de Conservación de Recursos Naturales. (2014). Claves para la Taxonomía de Suelos. Decima segunda Edición. 1-5. [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_051546.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051546.pdf)
- Ehrenfeld, J. (2003). Effects of Exotics Plant Invasions on Soil Nutrient Cycling Processes. *Ecosystems*, 503 - 523.
- Eisenhauer, N., Bebler, H., Engels, C., Gleixner, G., Habekost, M., Milcu, A., Scheu, S. (2010). Plant diversity effects on soil microorganisms support the singular hypothesis. *Ecology*, 485 - 496.
- Fuentes-Ramírez, A., Pauchard, A., Cavieres, L. A., y García, R. A. (2011). Survival and growth of *Acacia dealbata* vs. native trees across an invasion front in south-central Chile. *Forest Ecology and Management*, 261(6), 1003-1009.
- Garay, A. H., Sollenberger, L. E., McDonald, D. C., Ruesegger, G. J., Kalmbacher, R. S., y Mislavy, P. (2004). Nitrogen fertilization and stocking rate affect stargrass pasture and cattle performance. *Crop science*, 44(4), 1348-1354.
- Gann, G., y Lamb, D. (2006, enero). Society for ecological Restoration. Retrieved from [www.ser.org](http://www.ser.org).
- Ganade, G., Miriti, M. N., Mazzochini, G. G., y Paz, C. P. (2011). Pioneer effects on exotic and native tree colonizers: Insights for *Araucaria* forest restoration. *Basic and applied ecology*, 12 (8), 733-742.
- Gonzales, D. U., y Ordóñez, M. F. (2009). Evaluación de 8 especies forestales plantadas en tres estadios de sucesión vegetal en la estación científica San Francisco, provincia de Zamora Chinchipe. Loja: Tesis de Grado previa a la Obtención del Título de Ingeniero Forestal.
- Gunter, S., González, P., Álvarez, G., Aguirre, N., Palomeque, X., Haubrich, F., y Weber, M. (2009). Determinants for successful reforestation of abandoned pastures in the Andes. *Forest Ecology and Management*, 81 - 91.
- Xiao, H., Li, Z., Dong, Y., Chang, X., Deng, L., Huang, J., ... y Liu, Q. (2017). Changes in microbial communities and respiration following the revegetation of eroded soil. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 246, 30-37.
- IBM. (2008 ). SPSS Statistics 22 Core System.
- James, B. (2006). Agriculture and Deforestation in the Tropics: A Critical Theoretical and Empirical Review. *Springer*, 9 - 16.
- Luzuriaga, 2001. Curso de edafología general. Segunda edición. Ed. Politécnica – ESPE.
- Kourtev, P., Ehrenfeld, J., y Haggblom, M. (2002). Exotic plant species alter the microbial community structure and function un the soil. *Ecology*, 3152 - 3166.
- MAE. (2015, Marzo 22). Ministerio del Ambiente del Ecuador. Retrieved from [www.ambiente.gob.ec](http://www.ambiente.gob.ec)
- Meli, P., y Carrasco Carballido, V. (2011). Restauración ecológica de riberas, manual para la recuperación de la vegetación ribereña en arroyos de la Selva Lacandona (No. CH/333.715309727 M4).
- Nath, C. D., Schroth, G., y Burslem, D. F. (2016). Why do farmers plant more exotic than native

- trees? A case study from the Western Ghats, India. *Agriculture, Ecosystems y Environment*, 230, 315-328.
- Nearing, M. A., Xie, Y., Liu, B., y Ye, Y. (2017). Natural and anthropogenic rates of soil erosion. *International Soil and Water Conservation Research*.
- Saetre, P. (1998). Decomposition, microbial community structure, and earthworm effects along a birch - spruce soil gradient. *Ecology*, 834 - 846.
- Sax, D., Kinlan, B., y Smith, K. (2005). A Conceptual Framework for comparing species assemblages in native and exotics habitats. *Wiley*, 475 - 464.
- Scheu, S. (1992). Automated measurement of the respiratory response of soil microcompartments: Active Microbial Biomass in Earthworm faeces. *Soil Biol. Biochem*, 1113 - 1118.
- Schneider, M., Law, R., y Illian, J. (2006). Quantification of neighbourhood-dependent plant growth by Bayesian hierarchical modelling. *British Ecological Society*, 310 - 321.
- Schweitzer, J., Bailey, J., Fischer, D., LeRoy, C., Lonsdorf, E., Whitham, T., y Hart, S. (2008). Plant - Soil - Microorganism interactions: heritable relationship between plant genotype and associated soil microorganisms. *Ecology*, 773 - 781.
- Wolfe, B., y Klironomos, J. (2005). Breaking new ground: Soil Communities and exotic plant invasion. *BioScience*, 477 - 487.
- Wen-De, Y. A. N., Xiao-Yong, C. H. E. N., Yuan-Ying, P. E. N. G., Fan, Z. H. U., Wei, Z. H. E. N., y ZHANG, X. Y. (2017). Response of Soil Respiration to Nitrogen Addition in Two Sub-tropical Forest Types. *Pedosphere*.
- van Breugel, M., Ransijn, J., Craven, D., Bongers, F., y Hall, J. S. (2011). Estimating carbon stock in secondary forests: decisions and uncertainties associated with allometric biomass models. *Forest Ecology and Management*, 262(8), 1648-1657.
- Yuste, C., Ma, S., y Baldocchi, D. (2010). Plant soil interactions and acclimation to temperature of microbial mediated soil respiration may affect predictions of soil CO<sub>2</sub> efflux. *Springer*, 127 - 138.

# Conocimiento sobre productos forestales no maderables en dos pisos florísticos: piemontano y montano bajo, en bosque semi-caducifolio, Santa Rufina, Loja, Ecuador

## Knowledge about non-timber forest products in two floristic floors: montano and montano low, on semi-deciduous forest, Santa Rufina, Loja, Ecuador

Glenda Mora Roman<sup>1</sup>  
Wilson Quizhpe Coronel<sup>2\*</sup>  
Patricio Castro<sup>3</sup>  
Oswaldo Jadán<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Especialista de la Unidad de Administración y Control Forestal, Ministerio del Ambiente del Ecuador

<sup>2</sup>Docente Investigador de la Universidad Nacional de Loja

<sup>3</sup>Docentes Investigadores, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad de Cuenca.

\*Autor para correspondencia: wilson.quizhpe@unl.edu.ec

RECIBIDO: 10/10/2017

APROBADO: 11/12/2017

### RESUMEN

El bosque semi-caducifolio ha provisto Productos Forestales no Maderables (PFNM) a sus poblaciones aledañas históricamente. No obstante, información sobre el uso de sus recursos florísticos es escasa. Se determinó el Valor de Uso por Categoría de uso; el Valor de Uso total por especie, y por especie disgregada por sexo y grupo etario. Para los pisos florísticos, la categoría alimentos y bebidas presentó el mayor valor de uso. Dentro del grupo etario de jóvenes en los pisos florísticos, las especies pertenecientes a la categoría medicinales fueron la más importante con valores similares para hombres y mujeres. En adultos, en el piso piemontano las especies para forrajes fueron las más importantes, con similares valores para hombres y mujeres. Para ancianos, en las dos formaciones vegetales varias especies sobresalen pertenecientes a diferentes categorías de usos con similares valores. Se concluyó el conocimiento sobre el uso sigue vigente en los tres grupos etarios según la tendencia de los niveles de conocimiento, aunque en los ancianos este es pragmático y real, el cual es transmitido a los adultos y jóvenes; de estos últimos su aplicación es incierta.

**Palabras claves:** Semi-estructurada, etario, categorías de uso, estado conocimiento.

## ABSTRACT

Semi-deciduous forest has provided historically non-timber forest products (NTFP) to neighbor populations. However, information about use of their floristic resources is scarce. In this research, we evaluated the state of knowledge of NTFPs for two floristic floors in semi-deciduous forest: Montane and Montane low. We applied semi-structured surveys to investigate the plant uses that provide NTFPs to three age groups. Plant uses were differentiated into nine categories of use. We collected NTFPs at each sampling site where they grow naturally or in home gardens, and then identified taxonomically. We determined the Use Value by use category; the Total Use Value by species, and by species disaggregated by sex and age group. For floristic levels, the food and beverage category presented the highest use value. Within the age group of young people in floristic levels, the species belonging to the medicinal category were the most important with similar values for men and women. In adults, in the piedmont level, forage species were the most important, with similar values for men and women. For the elderly, in the two plant formations several species stand out belonging to different categories of uses with similar values. We concluded that knowledge about the use is still valid in the three age groups according to the trend of knowledge levels. In the elderly, this knowledge is pragmatic and real, which is transmitted to adults and young people. In the group of young people, its application is uncertain.

**Keywords:** Semi-structured, age, use categories, state of knowledge.

## INTRODUCCIÓN

En el Ecuador las formaciones vegetales de montaña y de tierras bajas han sido ampliamente estudiados tanto a nivel regional como local (Homeier *et al.*, 2010; Jadán *et al.*, 2015; Jadan *et al.*, 2017; Mangan *et al.*, 2010). Aquí se han considerado aspectos de diversidad, estructura, provisión de servicios ecosistémicos y usos de la vegetación (Jadán *et al.*, 2014; Saatchi *et al.*, 2011). No obstante, a nivel local los ecosistemas semi-caducifolios han sido escasamente estudiados con respecto al uso de su vegetación (Conticello *et al.*, 1996). Sin embargo a nivel nacional, la flora del Ecuador ha sido reconocida por ser ampliamente rica en plantas útiles (De la Torre *et al.*, 2008), por lo que es necesario cubrir ciertos vacíos de conocimiento.

El bosque semi-caducifolio forman parte de los bosques secos, los cuales son considerados de alta importancia biológica, tanto a nivel mundial, regional y local (Aguirre *et al.*, 2006; Banda *et al.*, 2016; Espinosa *et al.*, 2011). Esta importancia se asocia con la existencia de Productos Forestales no Maderables (PFNM) que benefician directamente a las poblaciones aledañas a estos bosques (Pozas Sáez y Henríquez Zúñiga, 2013). De los PFNM a más de ser utilizados para cubrir demandas de subsistencia y obtener recursos económicos forman parte de la vida cultural de la gente vinculada, lo cual es evidenciado bajo su manejo, procesamiento y comercialización (Alexiades *et al.*, 2004; Camacho, 2008). Los PFNM han sido clasificados en categorías de uso ligados al consumo humano, construcción y ornamentación, lo cual facilita su entendimiento y estudio (Marín-Corba *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2006).

Sobre los usos de la vegetación existen incertidumbres basadas en la pérdida del conocimiento

tradicional que se da por externalidades socio económicas u avances técnico científicos, los cuales han desplazado al conocimiento local históricamente (García *et al.*, 2010; Ramirez, 2007). Actualmente, evaluar las existencias y estado de conocimiento sobre los usos de las plantas en los sectores rurales se torna relevante (Estupiñán-González & Jiménez-Escobar, 2010; Hurtado Ulloa y Moraes, 2010). Los resultados de estas evaluaciones permitirían emprender el rescate de los saberes tradicionales aplicados masivamente hace algunas décadas, con el fin de conservar y manejar sosteniblemente la biodiversidad. Además, se afirma que las especies útiles en los sectores rurales cumplen un rol importante de soporte y subsidio para los pobladores aledaños a los bosques. Sin ellos, sus costos de producción se incrementarían y la rentabilidad sería menor dado el escenario incierto e inseguro que afrontan los pequeños productores (Camacho, 2011).

Varios estudios realizados en ecosistemas de la región tropical han usado el valor de uso de las especies como parámetro cuantitativo para indagar información etnobotánica considerando categorías de uso de la vegetación (Bermúdez y Velázquez, 2002; Camacho, 2011; Marín-Corba *et al.*, 2005; Sánchez *et al.*, 2006). Dentro de las categorías de uso de los PFSNM, De la Torre *et al.*, (2006) afirman que las plantas medicinales contienen el mayor número de especies reportadas en varios estudios, seguidas de las alimenticias y maderables; estos estudios fueron realizados en los Andes del Ecuador. También, a través del valor de uso se ha diferenciado intencionalmente a los actores locales en grupos etarios, para conocer si el uso de las plantas se mantiene o no vigente en las generaciones actuales (Camacho, 2011; Pochettino *et al.*, 2008).

En la región sur del Ecuador existen sectores rurales que poseen recursos florísticos y PFSNM potenciales en donde no se han realizado indagaciones sobre su uso y estado del conocimiento. Uno de estos sitios es la parroquia rural de Santa Rufina, lugar que posee aspectos socioeconómicos particulares y similares a otros pueblos de la región Sur. Se destaca la alta migración regional, nacional e internacional, desde hace algunas décadas especialmente de personas jóvenes. Esto ha provocado que las prácticas tradicionales sobre los recursos naturales sean manejadas por personales adultas y que sean inciertos en las actuales y futuras generaciones. Bajo este antecedente y para aportar al conocimiento sobre los PFSNM se desarrolló la presente investigación cuyo objetivo principal fue identificar y evaluar el estado del conocimiento local sobre los productos forestales no maderables de origen vegetal. Adicionalmente se realizó un análisis ecológico mediante la evaluación de la riqueza y diversidad para tener una visión general sobre la vegetación natural, que sirva como base para comparar el área de estudio con otros ecosistemas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área de investigación se encuentra ubicada en Santa Rufina, una parroquia rural del cantón Chaguarpamba, provincia de Loja (Figura 1). Posee una extensión aproximada de 54,1 km<sup>2</sup>. Altitudinalmente va desde 900 m s.n.m. hasta 1300 m s.n.m. en las partes bajas, en donde están localizados diez barrios: Amancayes, Centro Parroquial, El Guineo, El Pindo, Pueblo Nuevo, Lozumba, Cucumate y La Cucula. Sobre esta altitud se ubican los barrios de Moshqueros y Samanga los cuales llegan a cotas de 2000 m s.n.m. Según Galeas *et al.*, (2010) en el área de estudio existen

dos formaciones vegetales en dos pisos altitudinales: el semi-caducifolio piemontano y Bosque semi-caducifolio Montano bajo. Su clima es tropical con temperaturas máximas de 28°C y mínimas de 18°C.

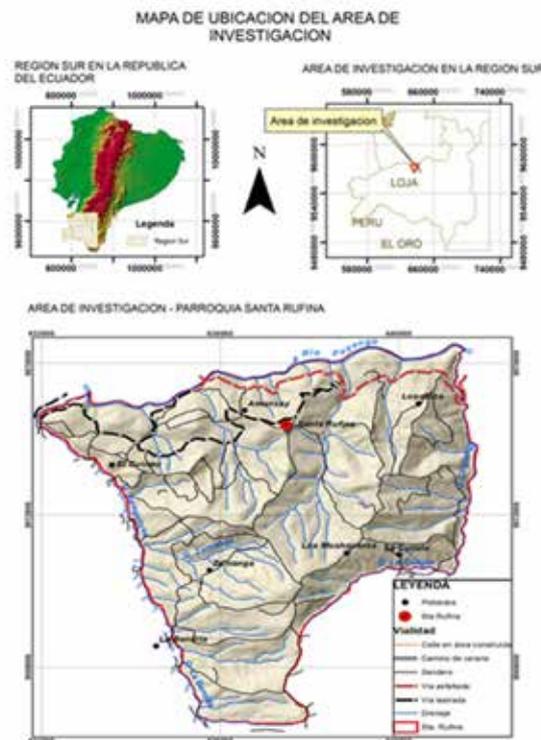


Figura 1. Mapa de ubicación de la parroquia Santa Rufina en la provincia de Loja, Ecuador.

## Identificación y evaluación del estado de conocimiento local sobre los productos forestales no maderables

### Muestreo para la evaluación del conocimiento de los PFM en la zona de estudio

La recolección de información etnobotánica de los PFM se la realizó mediante encuestas semiestructuradas aplicadas en diez barrios de la localidad, los cuales se diferencian por su ubicación ecológica dentro de la zona de estudio, donde existen dos formaciones vegetales. Los habitantes encuestados fueron diferenciados en tres grupos etarios: 1) jóvenes entre 15-25 años; 2) adultos 26-60 años y 3) adultos mayores > 60 años. También se encuestó a personas entendidas (curanderos, parteras) sobre los usos de las plantas. Para el cálculo del número de encuestas se empleó la fórmula propuesta por Gabaldón (1980) y Torres *et al.*, (1990)

$$n = \frac{NZ^2 pq}{(N - 1)e^2 + Z^2 pq}$$

Dónde: n: tamaño de la muestra; N: tamaño total población; Z: nivel de confianza de la estimación, considerando el 95 % de confianza; p: probabilidad de aceptación (0,5); q: probabilidad de rechazo (0,5); e: margen de error (10 %).

Al número de personas resultante (n) se aplicó las encuestas, distribuidas proporcionalmente en los diferentes barrios según el número de habitantes, sexo y grupo etario. Los aspectos indagados en las encuestas fueron: nombre común de la planta, hábito de crecimiento, sitios donde se encuentran las plantas (bosque, huerta, matorrales), categoría de uso y nivel de conocimiento.

### Criterios para la identificación y estimación del nivel de conocimiento de los PFSNM

Los niveles de conocimiento expresados en valores de uso (VU1, VU2 y VU3) fueron evaluados a las personas encuestadas con respecto a las diferentes categorías de usos de los PFSNM diferenciados según Sánchez *et al.*, (2006) y Andrade y Moreno (2012) en: alimentos y bebidas; forraje; medicinales; colorantes; materiales de construcción y artesanías; aceites esenciales y aromas; rituales; ornamentales y fibras naturales; se utilizaron estas categorías ya que permiten evaluar los usos de la vegetación de manera integral. A las personas según sus respuestas se asignó los valores 1, 2 y 3 bajo los siguientes criterios: 1 en (VU1) cuando el informante sabe el uso de las plantas, pero nunca lo ha utilizado; 2 (VU2) cuando el informante lo usaba antes pero ya no; y, 3 (VU3) para el informante que lo conoce y sigue utilizando actualmente (Minga *et al.*, 2017; Sánchez *et al.*, 2006).

### Análisis de la información

La información procedente de cada barrio fue analizada por cada tipo de formación o ecosistema vegetal identificado. Se determinó el Valor de Uso Total por categoría de uso (VUTC); Valor de Uso Total por especie VUT de la especie y por especie disgregado por sexo y grupo etario VUT (S y G), para lo cual se aplicó las ecuaciones (Tabla 1), adaptadas para este estudio desde Boom (1990) y Hurtado Ulloa y Moraes (2010).

Tabla 1. Fórmulas utilizadas para determinar el valor de uso de las especies utilizadas como PFSNM.

Valor de uso	Fórmula	Significado
Valor de uso total por categorías (CU)	$\# \text{total de inf de CU}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>VUTC: Valor de uso por categoría</li> <li>NC inf sp CU: Nivel de conocimiento de cada informante por especie en cada categoría de uso</li> <li># total de inf de CU: total de informantes de cada categoría de uso</li> </ul>
Valor de uso por especie disgregado por sexo u grupo etario	$VUT \text{ sp (S y G)} = \frac{\sum (NC \text{ inf sp (S y G)})}{\# \text{ total inf sp (S y G)}}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>VUT sp (S y G): Valor de uso total por especie disgregado por sexo y grupo etario</li> <li># total inf sp (S y G): número total de informantes por especie por sexo y grupo etario.</li> </ul>

### Identificación taxonómica de las especies utilizadas e identificadas como PFSNM

Luego de las indagaciones a través de las encuestas, las especies utilizadas fueron identificadas en los sitios donde las personas mencionaron que se encuentran en estado natural o cultivadas. De estas especies a las conocidas se identificó y clasificó taxonómicamente *in situ*; de las desconocidas, se recolectó una muestra botánica u fotografía para luego ser identificadas en el Herbario LOJA de

la Universidad Nacional de Loja.

### Riqueza y diversidad

La riqueza de especies fue analizada mediante el número de especies en cada piso florístico diferenciados por biotipos en: árboles, arbustos y hierbas. La diversidad alfa fue evaluada a través de los índices de Shannon y Simpson para determinar cuál es el ecosistema más diverso respecto a la vegetación natural sobre la cual crece naturalmente los PFMN; para el cálculo de estos índices se usó el programa ecológico Past (Hammer *et al.*, 2008). Para ello se instalaron 20 transectos de 500 m<sup>2</sup> 50 m × 10 m (10 en cada piso florístico) para evaluar árboles; dentro de este transecto se anidaron 3 sub-parcelas de 5 m × 5 m para evaluar arbustos y cinco de 2 m × 2 m para evaluar hierbas. Aquí se identificaron taxonómicamente todas las especies y se tomó datos de abundancia. Estos datos para cada biotipo fueron analizados o comparados entre pisos florísticos mediante ANDEVAs usando la prueba LSD-Fisher  $\leq 0,05$ ; las parcelas dentro de cada piso florístico fueron las repeticiones. Se usó el programa estadístico Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2012).

## RESULTADOS

### Valores de uso y nivel de conocimiento por categoría de uso

Se presentan los resultados para el bosque semi-caducifolio en los pisos florísticos piemontano y montano bajo tomando en los tres niveles de conocimiento (VU1, VU2, VU3) (Tabla 2). En el piso piemontano, las categorías alimentos y bebidas (2,8) y forraje (2,5) presentan los mayores valores; contrariamente las categorías fibras naturales (1,7) y ornamentales (2,2) con los menores valores. Para el piso Montano Bajo, los mayores valores se registran para las categorías aceites esenciales y aromas (3), forraje y medicinales (2,7); para las categorías rituales (2) y fibras naturales (2) se registran los valores más bajos. El valor de uso o nivel de conocimiento 3 (VU3) para el piso florístico piemontano tiene el mayor valor (14,6) y el valor de uso o nivel de conocimiento 3 (VU3) para montano bajo tiene el mayor valor (15,9).

Tabla 2. Valores de uso total por categoría de uso en el bosque semi-caducifolio pisos florísticos piemontano y Montano bajo.

Categorías de uso	Piemontano				Montano bajo			
	VU1	VU2	VU3	VUT	VU1	VU2	VU3	VUT
Alimentos y bebidas	0,1	0,2	2,6	2,8	0	0	3,0	3,0
Forraje	0,2	0,3	2,0	2,5	0,1	0,1	2,4	2,7
Medicinales	0,2	0,2	2,1	2,5	0,1	0,1	2,4	2,7
Colorante	0,2	0,6	1,7	2,4	0,2	0,0	2,3	2,5
Materiales de construcción y artesanías	0,2	0,6	1,6	2,4	0,1	0,5	1,8	2,5
Aceites esenciales y aromas	0,2	0,7	1,4	2,3	0,1	0,7	1,6	2,5
Rituales	0,3	0,5	1,5	2,3	0,3	0,6	1,2	2,1
Ornamental	0,3	0,2	1,7	2,2	0,3	1,0	0,8	2,0
Fibras naturales	0,3	1,4	0	1,7	0,1	1,4	0,4	2,0

<b>Total</b>	<b>2,0</b>	<b>4,7</b>	<b>14,6</b>	<b>21,1</b>	<b>1,3</b>	<b>4,4</b>	<b>15,9</b>	<b>22,0</b>
--------------	------------	------------	-------------	-------------	------------	------------	-------------	-------------

VU1= El/la informante sabe del uso, pero nunca lo ha utilizado (no recuerda o no quiere admitir)  
VU2= El/la informante lo hacía antes pero ya no  
VU3= El/la informante lo sigue utilizando  
VUT= Valor de uso total

### Valor de uso por especies disgregadas por grupo sexo y grupo etario en el bosque semi-caducifolio piemontano

#### Jóvenes (Bosque semi-caducifolio piemontano)

Las especies más importantes y con similares valores para hombres y mujeres (VUT M-H) son *Aduantum raddianum* (medicinales), *Citrus sinensis*, *Solanum sessiliflorum* (categorías alimentos o bebidas) y *Erythrina velutina* (categoría forraje) En segundo lugar, está la especie *Lasiacis ruscifolia*, incluida en la categoría de materiales de construcción y artesanías (Tabla 3).

Tabla 3. Valores de uso por especie (10 más importantes) disgregado por sexo y grupo etario, bosque semi-caducifolio piemontano.

Especies	Femenino				Masculino				VUT M-H
	VU1	VU2	VU3	VUT	VU1	VU2	VU3	VUT	
<i>Adiantum raddianum</i>	0	0	3	3	0	0	3	3	6
<i>Citrus sinensis</i>	0	0	3	3	0	0	3	3	6
<i>Erythrina velutina</i>	0	0	3	3	0	0	3	3	6
<i>Solanum sessiliflorum</i>	0	0	3	3	0	0	3	3	6
<i>Lasiacis ruscifolia</i>	0	1	1,5	2,5	0	0	3	3	5,5
<i>Piper</i> sp.	0,2	0,3	2	2,5	0	0	3	3	5,5
<i>Salvia</i> sp	0	0	3	3	0,3	0	2	2,3	5,3
<i>Acnistus arborescens</i>	0,3	1	2	2,3	0	0	3	3	5,3
<i>Guadua angustifolia</i>	0,2	1	1	2,2	0	0	3	3	5,2
<i>Sapindus saponaria</i>	0	0	3	3	0,5	0	1,5	2	5

VU1= El/la informante sabe del uso, pero nunca lo ha utilizado (o no recuerda o no quiere admitir)

VU2= El/la informante lo hacía antes pero ya no

VU3= El/la informante lo sigue utilizando

VUT= Valor de uso total

#### Adultos (Bosque semi-caducifolio piemontano)

En este grupo etario, se destacan *Erythrina smithiana* que está dentro de la categoría de forraje, enfatizando el mayor puntaje respecto al nivel de conocimiento VU3 para los hombres. También sobresalen especies como *Piper* sp, *Verbena litoralis*, *Citrus sinensis*, *Scoparia dulcis*, *Croton wagneri* e *Inga spectabilis* con los mismos VUT en mujeres y hombres (M-H). Presentan los mismos valores o niveles de conocimiento VU3 en los dos sexos (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de uso por especie disgregado por sexo y grupo etario, bosques semi-caducifolio piemontano.

Especies	Femenino				Masculino				VUT M-H
	VU1	VU2	VU3	VUT	VU1	VU2	VU3	VUT	
<i>Erythrina smithiana</i>	2	0	1	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Piper sp,</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Verbena litoralis</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Citrus sinensis</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Scoparia dulcis</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Croton wagneri</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Inga spectabilis</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Triumfetta althaeoides</i>	0	0	3	<b>3</b>	0,2	0	2,4	<b>2,6</b>	<b>5,6</b>
<i>Vernonanthura patens</i>	0,3	0	2,3	<b>2,5</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>5,5</b>
<i>Ochroma pyramidales</i>	0	0,8	1,8	<b>2,6</b>	0	0,5	2,32	<b>2,8</b>	<b>5,4</b>

VU1= El/la informante sabe del uso, pero nunca lo ha utilizado (no recuerda o no quiere admitir)

VU2= El/la informante lo hacía antes pero ya no

VU3= El/la informante lo sigue utilizando

VUT= Valor de uso total

#### Ancianos (bosque semi-caducifolio piemontano)

En este grupo sobresalen siete especies vegetales con el mayor VUT M-H (Tabla 5), los cuales presentan también los mismos valores o niveles de conocimiento VU3 en los dos sexos. En segundo lugar, tenemos *Adiantum raddianum* y *Triumfetta althaeoides* (medicinales).

Tabla 5. Valores de uso por especie disgregado por sexo y grupo etario, bosque semi-caducifolio piemontano.

Especies	Femenino				Masculino				VUT M-H
	VU1	VU2	VU3	VUT	VU1	VU2	VU3	VUT	
<i>Costus scaber</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Psidium guajava</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Inga spectabilis</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Chenopodium ambrosioides</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Triplaris cumingiana</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Chusquea scandens</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Eryngium foetidum</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>6</b>
<i>Adiantum raddianum</i>	0	0,4	2,4	<b>2,8</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>5,8</b>
<i>Triumfetta althaeoides</i>	0,1	0	2,6	<b>2,8</b>	0	0	3	<b>3</b>	<b>5,8</b>
<i>Piper sp.</i>	0	0	3	<b>3</b>	0	0,5	2,3	<b>2,8</b>	<b>5,8</b>

VU1= El/la informante sabe del uso, pero nunca lo ha utilizado (no recuerda o no quiere admitir)

VU2= El/la informante lo hacía antes pero ya no

VU3= El/la informante lo sigue utilizando

VUT= Valor de uso total

### Valor de uso por especies disgregadas por grupo sexo y grupo etario en el bosque semi-caducifolio montano bajo

#### Jóvenes (bosque semi-caducifolio montano bajo)

Las especies más importantes para hombres y mujeres (VUT M-H) son *Piper aduncum*, *Verbena litoralis* y *Lantana tilifolia* (Tabla 6). De estas especies, las dos primeras son plantas medicinales que presentan los mayores valores de VUT en los dos sexos. En segundo lugar, está *Solanum sessiliflorum* usada para alimentos y bebidas que presenta el mayor VUT en el sexo masculino.

Tabla 6. Valores de uso por especie disgregado por sexo y grupo etario, bosque semi-caducifolio montano bajo.

Especies	Femenino				Masculino				VUT M-H
	VU1	VU2	VU3	VUT	VU1	VU2	VU3	VUT	
<i>Piper aduncum</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Verbena litoralis</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Lantana tiliifolia</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Solanum sessiliflorum</i>	0,0	1,0	1,5	<b>2,5</b>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	<b>5,5</b>
<i>Scoparia dulcis</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	0,0	2,0	0,0	<b>2,0</b>	<b>5,0</b>
<i>Renealmia alpinia</i>	0,5	0,0	1,5	<b>2,0</b>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	<b>5,0</b>
<i>Bixa Orellana</i>	0,3	0,0	2,0	<b>2,3</b>	0,0	2,0	0,0	<b>2,0</b>	<b>4,3</b>
<i>Eryngium foetidum</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	1,0	0,0	0,0	<b>1,0</b>	<b>4,0</b>
<i>Yuca guatemalensis</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	1,0	0,0	0,0	<b>1,0</b>	<b>4,0</b>
<i>Inga spectabilis</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	0,0	0,0	1,0	<b>1,0</b>	<b>4,0</b>

VU1= El/la informante sabe del uso, pero nunca lo ha utilizado (o no recuerda o no quiere admitir)

VU2= El/la informante lo hacía antes pero ya no

VU3= El/la informante lo sigue utilizando

VUT= Valor de uso total

#### Adultos (bosque semi-caducifolio montano bajo)

Las especies importantes para hombres y mujeres (VUT M-H) son *Triumfetta althaeoides*, *Vaccinium floribundum*, *Croton wagneri*, pertenecientes a la categoría de medicinales y *Guadua angustifolia* usada como material de construcción (tabla 7). En segundo lugar, esta *Bixa orellana* que es una especie utilizada como colorante por los dos sexos.

Tabla 7. Valores de uso por especie disgregado por sexo y grupo etario, bosque semi-caducifolio montano bajo.

Especies	Femenino				Masculino				VUT M-H
	VU1	VU2	VU3	VUT	VU1	VU2	VU3	VUT	
<i>Triumfetta althaeoides</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Guadua angustifolia</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Vaccinium floribundum</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Croton wagneri</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Bixa Orellana</i>	0,0	0,7	2,0	<b>2,7</b>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	<b>5,7</b>
<i>Verbena litoralis</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	0,0	2,0	0,0	<b>2,0</b>	<b>5,0</b>
<i>Vernonanthura patens</i>	0,5	0,0	1,5	<b>2,0</b>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	<b>5,0</b>
<i>Solanum sessiliflorum</i>	0,0	1,0	1,5	<b>2,5</b>	0,3	1,3	0,0	<b>1,7</b>	<b>4,2</b>
<i>Sida rhombifolia</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	1,0	0,0	0,0	<b>1,0</b>	<b>4,0</b>
<i>Lantana tiliifolia</i>	0,0	0,0	3,0	<b>3,0</b>	1,0	0,0	0,0	<b>1,0</b>	<b>4,0</b>

VU1= El/la informante sabe del uso, pero nunca lo ha utilizado (o no recuerda o no quiere admitir)

VU2= El/la informante lo hacía antes pero ya no

VU3= El/la informante lo sigue utilizando

VUT= Valor de uso total

### Ancianos (bosque semi-caducifolio montano bajo)

Son varias especies pertenecientes a diferentes categorías de usos con similares y mayores valores (VUT M-H) para hombres y mujeres son: *Lasiacis ruscifolia* dentro de materiales de construcción y artesanías, *Miconia aeruginosa* ornamental, *Ageratum conyzoides*, *Piper aduncum*, *Costus scaber* y *Trinunfeta alaternoides* – medicinales, *Eryngium foetidum* – alimentos y bebidas, todas con VUT M-H = 6 (Tabla 8). En segundo lugar, está *Erythrina smithiana*, con mayor VUT en las mujeres. Esta especie es utilizada como forraje.

Tabla 8. Valores de uso por especie disgregado por sexo y grupo etario, bosque semi-caducifolio montano bajo.

Especie	Femenino				Masculino				VUT M-H
	VU1	VU2	VU3	VUT	VU1	VU2	VU3	VUT	
<i>Lasiacis ruscifolia</i>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Piper aduncum</i>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Miconia aeruginosa</i>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Costus scaber</i>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Triumfetta althaeoides</i>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Eryngium foetidum</i>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	0	0	3,05	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Ageratum conyzoides</i>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	<b>6,0</b>
<i>Erythrina smithiana</i>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	0,3	0	2,0	<b>2,3</b>	<b>5,3</b>
<i>Mimosa albida</i>	0	2,0	0	<b>2,0</b>	0	0	3,0	<b>3,0</b>	<b>5,0</b>

<i>Scoparia dulcis</i>	0	1,3	1,0	2,3	0	1,0	1,5	2,5	4,8
------------------------	---	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	-----

VU1= El/la informante sabe del uso, pero nunca lo ha utilizado (no recuerda o no quiere admitir)

VU2= El/la informante lo hacía antes pero ya no

VU3= El/la informante lo sigue utilizando

VUT= Valor de uso total

## Riqueza y diversidad

En el estrato arbóreo, riqueza de especies e índices de diversidad alfa no presentaron diferencias significativas entre los dos pisos florísticos (Tabla 9). Respecto al estrato arbustivo existen diferencias significativas en los índices de diversidad Shannon y Simpson, siendo más diverso el piso Montano bajo quien presenta los mayores valores (Tabla 9). En el estrato herbáceo no existen diferencias significativas respecto a la riqueza de especies e índices de diversidad.

Tabla 9. Promedios sobre la riqueza de especies e índices de diversidad alfa en los dos pisos altitudinales.

Pisos florísticos	Riqueza total	Riqueza promedio	Shannon	Simpson
<b>Árboles</b>				
Piemontano	45	8 a	1,96 a	0,84 a
Montano bajo	21	7,5 a	1,93 a	0,84 a
<b>Arbustos</b>				
Montano bajo	53	7,5 a	1,93 a	0,84 a
Piemontano	20	5,59 a	1,62 b	0,78 b
<b>Hierbas</b>				
Montano bajo	46	5,08 a	1,46 a	0,74 a
Piemontano	29	4,73 a	1,38 a	0,71 a

ANDEVA Pr > Fisher  $\alpha = 0,05$ ; letras diferentes significan que los valores son estadísticamente

**DISCUSIÓN** diferentes

El mayor valor de uso o nivel de conocimiento 3 (VU3) a nivel de categoría de uso, registrado tanto en el piso florístico piemontano como Montano bajo, permite deducir que las plantas dentro de las diferentes categorías de uso evaluadas, siguen siendo importantes y son usadas bajo sus diferentes usos (Tabla 2). No obstante Bermúdez *et al.*, (2005) afirma que en otros contextos tropicales muchas comunidades locales han perdido la tradición de uso con respecto a sus recursos naturales, especialmente las plantas, por diferentes externalidades que han provocado la a culturización. En varios sectores rurales, incluyendo la parroquia Santa Rufina, por necesidades puntuales y muchas veces urgentes, la tradición de uso hacia las plantas todavía sigue vigente (Torres *et al.*, 2005).

Estos usos han permitido solventar afecciones médicas puntuales (leves) como lo afirma Arias Toledo *et al.*, (2010). También han proveído de forrajes y materiales para construcciones rural a partir de diferentes órganos de las plantas (tallos, hojas) (Avendaño Reyes y Acosta Rosado, 2000).

Según los mayores valores de uso obtenidos para la categoría de uso de alimentos y bebidas no son consistentes con los registrados por Andrade y Moreno (2012) y Sánchez *et al.*, (2006) en los Cantones Macará y Zapotillo donde sobresalen las especies dentro de las categorías de uso tanto para medicinales (humana), forrajes y construcción. Esto posiblemente se deba a las existencias florísticas y sobre todo a las cosmovisiones humanas que difieren en espacios o distancias geográficas cortas, en donde los usos de las plantas se diferencian total o parcialmente.

Para el piso florístico piemontano a nivel de especies, los mayores valores de uso registrados en el nivel de conocimiento VU3 permiten inferir una tendencia de uso sobre las especies las cuales son usadas actualmente. Este patrón de tendencia registrado en Santa Rufina no es consistente con lo registrado por Andrade y Moreno (2012) en un ecosistema seco caducifolio y Minga *et al.*, (2017) en la amazonia ecuatoriana en comunidades indígenas donde se registran mayores valores de uso de ciertas especies en los niveles de conocimiento VU1, VU2; aquí la composición florística y la cosmovisión como lo hemos señalado anteriormente cumplen roles importantes sobre el uso y estado de conocimiento de las plantas.

En el área de investigación, en el uso de las especies y diferenciados por sexo, para el grupo etario de jóvenes sobresale *Lasiacis ruscifolia* que es una planta herbácea, cuya importancia radica al ser usada para elaborar artesanías. Para el grupo etario de adultos sobresale *Erythrina smithiana* que está dentro de la categoría de forraje con mayor nivel de conocimiento VU3 para los hombres. Esto permite demostrar que este sexo utiliza a esta especie para alimentar el ganado actualmente. En los ancianos la importancia de *Adiantum raddianum* y *Triumfetta althaeoides* (medicinales) tanto para hombres y mujeres permite deducir que a esta edad las especies en mención son utilizadas para aliviar dolencias corporales, especialmente de tos y riñones. Estos usos medicinales han sido indagados empíricamente bajo conocimientos tradicionales lo cual debe ser confirmado bajo protocolos técnicos científicos, los cuales permitan conocer el potencial químico real de estas especies (Bermúdez *et al.*, 2005; Canigüeral *et al.*, 2003; Osorio, 2010).

Para el piso florístico montano bajo a nivel de especie, al igual que en el piso florístico piemontano los mayores valores de uso registrados en VU3 permiten inferir que las plantas son usadas actualmente. Así el uso para los jóvenes de ciertas especies medicinales como *Piper aduncum* y *Verbena litoralis* esta direccionado a curar dolencias médicas leves. En los sectores rurales, el uso de especies medicinales no se ha perdido ya sea por tradición, pertinencia, la cercanía de obtenerlas y sobre todo por la efectividad para aliviar dolencias leves como lo afirma Arias-Toledo (2009). Además, en las personas jóvenes, aunque no sea de su iniciativa su uso, este es influenciado por personas adultas o ancianos que practican el uso de estas especies brindándolas sin ningún prejuicio a las generaciones de menores edades.

En los adultos además del uso de ciertas plantas medicinales, por aspectos de pertinencia y relevancia de uso sobresale la *Guadua angustifolia*. De esta especie sus usos han sido documentados desde lo tradicional hasta lo industrial debido a las altas potencialidades que posee (Caro, 2004;

Colorado, 2001) lo cual no es incierto en el área de investigación. Aquí, esta especie es utilizada para construcciones menores, construcción de galpones, criaderos de aves y con menor frecuencia para viviendas de tamaño pequeño. Respecto al grupo etario de los ancianos tanto para hombres y mujeres los conocimientos sobre los usos de las plantas son altamente diversos (Tabla 8). Este grupo etario incursiona en varias categorías de uso y se basa al conocimiento adquirido, asociado a la tradición de uso mostrada con mayor relevancia hace algunos años. Pero además del conocimiento, es evidente el uso pragmático que este grupo de personas da a las plantas, ya que una persona joven o adulta puede conocer sobre el uso, pero tal vez rara o escasamente puede aplicarlo. Los ancianos son los conocedores y aplicadores sobre el conocimiento de las diferentes especies vegetales en los sectores rurales donde el uso de las plantas ha sido una tradición, (Estupiñán-González y Jiménez-Escobar, 2010; Gil Otaiza *et al.*, 2006).

Las especies registradas en el área de estudio con los mayores valores de uso VUT presentes en los tres grupos etarios tanto en hombres y mujeres en los dos tipos de bosques son diferentes a las especies registradas por Andrade y Moreno (2012) en los bosques secos del cantón Macará. Aquí sobresalen las especies arbóreas *Ceiba trichistandra*, *Cordia lutea* y *Eriotheca ruizii* que poseen usos múltiples y que no han sido registradas en Santa Rufina. Esta diferencia se debe a las existencias florísticas que son diferentes entre estos dos ecosistemas, caducifolio y semi-caducifolio de la región sur del Ecuador.

Los mayores valores de uso obtenidos para la categoría de alimentos y bebidas están relacionados directamente con la frecuencia de uso de las especies. Así en Santa Rufina se destaca *Inga spectabilis* que posee el mayor valor de uso tanto en los grupos etarios de adultos y ancianos en hombres y mujeres dentro los dos bosques. Esta especie no coincide con la registrada por Andrade y Moreno (2012) en los bosques secos de Macará donde sobresale *Muntingia calabura* dentro de esta categoría de uso, la cual no fue registrada en Santa Rufina. Este resultado consolida a los argumentos sobre las existencias florísticas distintas entre estos dos sitios.

La riqueza de especies arbóreas presenta valores inferiores que los bosques siempre verdes amazónicos piemontanos (160 especies) y montanos bajos (90 especies) (Jadán *et al.*, 2017) del sur del Ecuador. También son inferiores a los resultados obtenidos en los bosques montanos andinos (91 especies) (Quizhpe *et al.*, 2017). Estas diferencias posiblemente se asocien al estado de conservación y posición biogeográfica que está influenciada por diferentes variables ambientales. No obstante, los bosques caducifolios son diferentes florísticamente por lo que los usos sobre su vegetación se basan en necesidades específicas y en la aplicación cultural-tradicional. Estas aplicaciones se muestran de diferente manera en las diferentes bio-regiones donde se asientan varios grupos culturales (De la Torre *et al.*, 2008). Así las personas de estos grupos étnicos son los propios autores de la gestión, el manejo, uso y conservación de sus recursos florísticos.

## CONCLUSIONES

El valor de uso obtenido sobre las especies vegetales (PFNM) de origen vegetal permitió determinar que su uso se ha dado desde décadas atrás, mostrado que son los ancianos, quienes han usado varias especies en diferentes categorías de uso. También se puede afirmar que estas especies son usadas

actualmente por los habitantes de la parroquia Santa Rufina, por lo que el conocimiento tradicional se mantiene. Esto es evidenciado, mediante las tendencias de uso registrados sobre las especies en los grupos etarios actuales quienes han sido receptores del conocimiento transmitido por los adultos y en especial de los ancianos. No obstante, el valor de uso obtenido en los jóvenes podría ser incierto ya que posiblemente su conocimiento no sea practicado como sucede en los adultos y sobre todo por los ancianos, que además de conocer el uso de las plantas, lo practican intensa y frecuentemente. Finalmente es importante mencionar que dentro de los dos pisos florísticos las especies pertenecientes a diferentes categorías de uso son usadas frecuentemente con fines de alimentación, bebidas, forraje, fibras naturales y ornamentales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z., Kvist, L. P., y Sánchez, O. (2006). Bosques secos en Ecuador y su diversidad. *Botánica Económica de los Andes Centrales*, 2006, 162-187.
- Alexiades, M. N., Shanley, P., de Rummenhoeller, T. O., & Nash, D. (2004). Productos forestales, medios de subsistencia y conservación: Estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables: CIFOR Bogor, Indonesia.
- Andrade, J. L., y Moreno, L. (2012). *Potencialidad y tradiciones de usos de productos forestales no maderables de origen vegetal de los bosques estacionalmente secos de Macará, provincia de Loja*. (Ingeniero Forestal), Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Arias-Toledo, B. (2009). Diversidad de usos, prácticas de recolección y diferencias según género y edad en el uso de plantas medicinales en Córdoba, Argentina. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de plantas medicinales y aromáticas*, 8 (5).
- Arias Toledo, B., Trillo, C., y Grilli, M. (2010). Uso de plantas medicinales en relación al estado de conservación del bosque en Córdoba, Argentina. *Ecología austral*, 20 (3), 235-246.
- Avendaño Reyes, S., y Acosta Rosado, I. (2000). Plantas utilizadas como cercas vivas en el estado de Veracruz. *Madera y Bosques*, 6 (1).
- Banda, K., Delgado-Salinas, A., Dexter, K. G., Linares-Palomino, R., Oliveira-Filho, A., Prado, D., Rodríguez, G. M. (2016). Plant diversity patterns in neotropical dry forests and their conservation implications. *Science*, 353 (6306), 1383-1387.
- Bermúdez, A., Oliveira-Miranda, M. A., & Velázquez, D. (2005). La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos y enfoques actuales. *Interciencia*, 30 (8).
- Bermúdez, A., y Velázquez, D. (2002). Etnobotánica médica de una comunidad campesina del estado Trujillo, Venezuela: un estudio preliminar usando técnicas cuantitativas. *Rev Fac Farm*, 44, 2-6.
- Boom, B. (1990). Useful plants of the Panare Indians of the Venezuelan Guayana. *Advances in economic botany*, 8, 57-76.
- Camacho, L. I. C. (2011). Conocimiento etnobotánico, patrones de uso y manejo de plantas útiles en la cuenca del río Cane-Iguaque (Boyacá-Colombia): una aproximación desde los sistemas de uso de la biodiversidad. *Ambiente & Sociedad*, 14 (1), 45-75.
- Camacho, R. L. (2008). Productos forestales no maderables: importancia e impacto de su aprovechamiento. *Colombia forestal*, 11 (1), 215-231.
- Canigual, S., Dellacassa, E., y Bandoni, A. L. (2003). Plantas Medicinales y Fitoterapia: ¿indi-

- cadres de dependencia o factores de desarrollo? *Acta farmacéutica bonaerense*, 22 (3), 265-279.
- Caro, S. A. (2004). Ethnobotanical studies in the Central Andes (Colombia): Knowledge distribution of plant use according to informant's characteristics. *Lyonia*, 7 (2), 89-104.
- Colorado, A. (2001). La Guadua, una maravilla natural de grandes bondades y promisorio futuro. *Revista el mueble y la madera*(34), 17-27.
- Conticello, L., Gandullo, R., Bustamante, A., & Tartaglia, C. (1996). Fitosociología de los bosques caducifolios del norte del Departamento Lácar y sur de Huiliches de la provincia de Neuquén (Argentina). *Bosque*, 17 (2), 27-43.
- De la Torre, L., Muriel, P., y Balslev, H. (2006). Etnobotánica en los Andes del Ecuador. *Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz*, 246-267.
- De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M. J., y Balslev, H. (2008). *Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador (con extracto de datos)*: Herbario QCA de la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Herbario AAU del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Aarhus.
- Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. (2012). InfoStat. version 2012,[Windows], Universidad Nacional de Córdoba, Argentina: Grupo InfoStat.
- Espinosa, C. I., Cabrera, O., Luzuriaga, A. L., & Escudero, A. (2011). What factors affect diversity and species composition of endangered Tumbesian dry forests in Southern Ecuador? *Biotropica*, 43 (1), 15-22.
- Estupiñán-González, A. C., y Jiménez-Escobar, N. D. (2010). Uso de las plantas por grupos campesinos en la franja tropical del Parque Nacional Natural Paramillo (Córdoba, Colombia). *Caldasia*, 32 (1), 21-38.
- Gabaldón, N. (1980). Algunos conceptos de muestreo. *División de Publicaciones. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.*
- Galeas, C. J., Aguirre, Z., Navarro, G., Ferreira, W., Cornejo, X., Mogollón, H., . . . Toasa I1, G. (2010). Propuesta Metodológica para la representación cartográfica de los ecosistemas del Ecuador continental: Quito.
- García, H., Sofrony, C., Moreno, L. A., y Londoño, C. (2010). Estrategia nacional para la conservación de plantas: actualización de los antecedentes normativos y políticos y revisión de avances.
- Gil Otaiza, R., Carmona Arzola, J., y Rodríguez Arredondo, M. C. (2006). Estudio etnobotánico de especies tóxicas, ornamentales y medicinales de uso popular, presentes en el Jardín de Plantas Medicinales” Dr. Luis Ruiz Terán. *Boletín Antropológico*, 24 (68).
- Hammer, Ø., Harper, D., y Ryan, P. (2008). PAST-palaeontological statistics, ver. 1.89. *Paleontological Museum, University of Oslo, Noruega.* (También disponible en línea: <http://folk.uio.no/ohammer/past/index.html>).
- Homeier, J., Breckle, S. W., Günter, S., Rollenbeck, R. T., & Leuschner, C. (2010). Tree diversity, forest structure and productivity along altitudinal and topographical gradients in a species-rich Ecuadorian montane rain forest. *Biotropica*, 42 (2), 140-148.
- Hurtado Ulloa, R., y Moraes, R. (2010). Comparación del uso de plantas por dos comunidades campesinas del bosque tucumano-boliviano de Vallegrande (Santa Cruz, Bolivia). *Ecología en Bolivia*, 45 (1), 20-54.

- Jadán, O., Cifuentes Jara, M., Torres, B., Selesi, D., Veintimilla Ramos, D. A., & Günter, S. (2015). Influence of tree cover on diversity, carbon sequestration and productivity of cocoa systems in the Ecuadorian Amazon. *Bois et Forêts des Tropiques. Volumen 325, número 3* (2015). Páginas 35-47.
- Jadán, O., Günter, S., Torres, B., y Selesi, D. (2014). Riqueza y potencial maderable en sistemas agroforestales tradicionales como alternativa al uso del bosque nativo, Amazonia del Ecuador. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 12 (28), 13-22.
- Jadán, O., Quizhpe, W., Pacheco, E., Aguirre, Z., González, M., Ponce, E., & Peña, D. (2017). Riqueza florística y carbono almacenado en tres pisos altitudinales de bosques amazónicos, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7 (1).
- Jadan, O., Toledo, C., Tepan, B., Cedillo, H., Peralta, A., Zea, P., . . . Vaca, C. (2017). Forest communities in high Andean secondary forests (Azuay, Ecuador). *BOSQUE*, 38 (1), 141-154.
- Mangan, S. A., Schnitzer, S. A., Herre, E. A., Mack, K. M., Valencia, M. C., Sanchez, E. I., & Bever, J. D. (2010). Negative plant-soil feedback predicts tree-species relative abundance in a tropical forest. *Nature*, 466 (7307), 752.
- Marín-Corba, C., Cárdenas-López, D., & Suárez-Suárez, S. (2005). Utilidad del valor de uso en etnobotánica. Estudio en el departamento de Putumayo (Colombia). *Caldasia*, 27 (1), 89-101.
- Minga, S. R., Díaz, N. J., y Aguirre, Z. (2017). Productos forestales no maderables de origen vegetal de cinco comunidades del cantón Yacuambi, Zamora Chinchipe. *Bosques Latitud Cero*, 7 (1).
- Osorio, M. J. A. (2010). *Plantas medicinales: del uso tradicional al criterio científico*: Reial Acadèmia de Farmàcia de Catalunya.
- Pochettino, M. L., Arenas, P., Sánchez, D., y Correa, R. (2008). Conocimiento botánico tradicional, circulación comercial y consumo de plantas medicinales en un área urbana de Argentina. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 7 (3).
- Pozas Sáez, A., y Henríquez Zúñiga, C. (2013). Turismo Comunitario o de base local y Productos Forestales no Madereros (PFNM) en el Territorio de Liquiñe. *El Periplo Sustentable*(24).
- Quizhpe, W., Veintimilla, D., Aguirre, Z., Jaramillo, N., Pacheco, E., Vanegas, R., y Jadán, O. (2017). Unidades de paisaje y comunidades vegetales en el área de Inkapirca, Saraguro–Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7 (1).
- Ramirez, C. R. (2007). Etnobotánica y la Pérdida de Conocimiento Tradicional en el Siglo 21. *Ethnobotany Research and Applications*, 5, 241-244.
- Saatchi, S. S., Harris, N. L., Brown, S., Lefsky, M., Mitchard, E. T., Salas, W., . . . Hagen, S. (2011). Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (24), 9899-9904.
- Sánchez, O., Kvist, L. P., y Aguirre, Z. (2006). Bosques secos en Ecuador y sus plantas útiles. *Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia*, 188-204.
- Torres, L. O., Pérez, M. E. T., y Aguilar, A. (2005). Plantas medicinales de la medicina tradicional mexicana para tratar afecciones gastrointestinales. *Universidad de Barcelona, Barcelona*.
- Torres, M., Paz, K., y Salazar, F. (1990). *Tamaño de una muestra para la investigación de mercado. Facultad de Ingeniería* (Vol. 02).

# Implicaciones sociales, técnicas y económicas de la comercialización de *Zea mays* L. en el cantón Espíndola, provincia de Loja

Social, technical and economic implications of the commercialization of *Zea mays* L. (corn) in the Espíndola canton, province of Loja

Marlon Chamba-Morales<sup>1\*</sup>,  
Fanny Cordero-Rojas<sup>2</sup>,  
Edison Ramiro Vásquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Docente-Investigador de la Universidad Nacional de Loja

<sup>2</sup>Ingeniera Agrícola, Loja-Ecuador.

\*autor para correspondencia: marlon.chamba@unl.edu.ec

RECIBIDO: 08/10/2017

APROBADO: 06/12/2017

## RESUMEN

Con el objetivo de determinar las implicaciones sociales, técnicas y económicas y del proceso de comercialización *Zea mays* L. (maíz), en el cantón Espíndola, provincia de Loja, se generó información secundaria recuperada en bibliotecas, instituciones públicas e internet; y, primaria rescatada de encuestas a los productores, comerciantes, transportistas y consumidores. La producción de maíz duro es de 24 155 t/año cultivadas en una superficie de 4 254 ha; el costo de producción por hectárea es de 1 \$896; el rendimiento promedio de maíz de 6 t/ha; la demanda actual de 502 t/año y potencial de 24 927 t al 2021. La comercialización registra el 80 % al mayorista y 11 % al minorista; el 9 % es consumido en finca; el sistema de compra-venta utilizado es por inspección y por muestra; el envasado se realiza en la finca en sacos de yute y material sintético. Previo a la venta, se selecciona y clasifica de acuerdo al tamaño (17 %), grado de madurez (19 %), peso (32 %), y daños físicos (32 %). Las pérdidas poscosecha por desgrane bordean el 0,2 %. El precio promedio alcanza \$ 17/qq, equivalente a \$ 400/t. Los márgenes netos alcanzados fueron de 5 % para mayoristas y 9 % para minoristas.

**Palabras Clave:** Maíz, Oferta, demanda, comercialización y precios.

## ABSTRACT

In order to determine the social, technical and economic implications and the corn commercialization process of *Zea mays* L., in the Espíndola canton, province of Loja, secondary information recovered in libraries, public institutions and the internet was generated; and, primary rescued from surveys of producers, merchants, transporters and consumers. The production of hard corn is 24 155 t/year grown on a surface of 4 254 ha; the cost of production per hectare is \$ 1 896; the average corn yield of 6 t/ha; the current demand of 502 t/year and potential of 24 927 t to 2021. The commercialization registers 80% to the wholesaler and 11% to the retailer; 9% is consumed on the farm; The purchase-sale system used is by inspection and by sample; The packaging is made on the farm in jute bags and synthetic material. Prior to sale, it is selected and classified according to size (17 %), degree of maturity (19 %), weight (32 %), and physical damage (32 %). The post-harvest losses due to husking are around 0.2 %. The average price reaches \$ 17/qq, equivalent to \$ 400/t. The net margins reached were 5 % for wholesalers and 9 % for retailers.

**Keywords:** Corn, Supply, demand, marketing and prices.

## INTRODUCCIÓN

*Zea mays* L. constituye uno de los cereales importantes a nivel mundial que sirve para alimentación humana, animal y piscícola, hasta su procesamiento en plantas de alto nivel tecnológico. Como materia prima básica es importante para la industria de almidón, aceite y proteínas, bebidas alcohólicas, edulcorantes alimenticios y combustible; y, como forraje para las industrias lácteas y cárnicas (FAO, 1993).

SINAGAP (2103), informa que la producción mundial de maíz entre el año 2000 a 2012 alcanzó el 47,2 % de crecimiento; de los 592 millones de toneladas producidas en el año 2000 pasó a 872 millones de toneladas en el 2012: situación que evidencia una tendencia positiva del 3,4% de crecimiento promedio anual en este periodo de tiempo. Para la provincia de Loja, el Censo (2000) reveló una producción de 1706 t, que, comparadas con 1013,39 t, que arrojó en el 2012 la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) conjuntamente con el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2011), se aprecia un significativo aumento en la producción de aproximadamente cinco veces.

A pesar de su importancia, la producción de maíz en áreas rurales, entre ellas el cantón Espíndola, adolece de problemas que gravitan sobre una base de recursos naturales en deterioro debido al impacto de un paquete tecnológico en descontrol, cuya aplicación exige cada vez más el uso de fuertes cantidades de agroquímicos con el paulatino incremento de los costos que de por sí, ya son altos y que no se recuperan en el proceso de comercialización, desventaja monopolizada por intermediarios organizados. Se observa también la falta de una fuerte estructura organizativa, desconocimiento de técnicas de comercialización, mecanismos de formación de precios y la falta de capacitación por parte de las entidades gubernamentales; adicionalmente, la deficiente capacidad para vender directamente, que se traduce en un bajo poder de negociación y consecuentemente en un permanente deterioro de sus ingresos y el mejoramiento de la calidad de vida (Chamba, 2008). En este contexto, el objetivo fue determinar las implicaciones técnicas, económicas y sociales

del proceso de comercialización de *Zea mays* L. en las comunidades productoras del cantón Espíndola, provincia de Loja que busca establecer la oferta, demanda, producción comercializada, los canales de comercialización pérdidas poscosecha, precios y márgenes de comercialización para contar con información que permita proponer canales alternativos tendientes a mejorar la economía del productor.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio comprende las siete parroquias del cantón Espíndola con una superficie de 632 km<sup>2</sup> a 166 km al sur oriente de la ciudad de Loja, en las coordenadas Sur 04° 23' 11" a 04° 44' 52" y Oeste 79° 30' 47 "a 79° 19' 39", altitud de 1 720 msnm. Limita al Norte con los cantones de Quilanga y Calvas, al Sur con la República del Perú, al Este con el cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe y al Oeste con la República del Perú y cantón Calvas.

Para los productores, el tamaño de muestra fue de 96 encuestas, calculada con la fórmula par el muestreo aleatorio propuesta por Scheaffer, Mendenhall y Ott (1987). Para los consumidores se encuestó a la población, que consiste en 40 tiendas de productos de primera necesidad, 22 bodegas de alimentos y 203 productores pecuarios, distribuidos en la zona de estudio, lo que permitió recabar información sobre oferta, demanda, precios y circuito de comercialización.

La demanda potencial para el año 2021 se calculó a partir de la tasa acumulada de crecimiento poblacional registrada por *IndexMundi*, que fue de 1,4 % anual para el año 2014, valor que se correlacionó con la proyección de la población y la demanda de la provincia de Loja desde el 2016. Para el análisis de las implicaciones sociales se consideraron los siguientes indicadores: población productora, niveles de educación, nivel sociorganizativo, oferta y demanda; épocas de siembra y cosecha; rendimientos y costos. Para las implicaciones técnicas: sistema de compra-venta; empaque y envasado; transporte, selección y clasificación; almacenamiento y canales de comercialización; y para las implicaciones económicas: tipos de mercados; precios al productor, comerciantes y consumidores; y, costos, márgenes de comercialización. Para el cálculo del gran índice estacional de precios se utilizó la metodología de los promedios móviles centrados a través de las series históricas de precios al productor del maíz a nivel nacional del 2013 al 2016.

## RESULTADOS

### Fuerza de trabajo, niveles de educación y organización de productores

Los núcleos familiares que constituyen la fuerza de trabajo, se conforman de acuerdo a la composición nacional, el 51 % de hombres, quienes trabajan la tierra desde temprana edad; el 49 % son mujeres, que combinan actividades domésticas con actividades de apoyo en la producción (Tabla 1).

Tabla 1. Familias productoras de maíz, cantón Espíndola, noviembre 2016.

Parroquias	Número			
	Familias	Hombres	Mujeres	Total
Amaluza	127	269	215	484
Bellavista	119	227	227	453
Jimbura	142	260	281	541
Santa Teresita	106	195	209	404
27 de abril	136	289	227	516
El Ingenio	91	166	180	346
El Airo	68	117	143	260
%		<b>51</b>	<b>49</b>	<b>100</b>

El nivel de educación de los agricultores refleja un 48% de formación secundaria, 39% de educación básica y un 8% de formación técnica (Tabla 2).

Tabla 2. Nivel de Educación de la población productora del cantón Espíndola, noviembre 2016.

Parroquias	Educación básica	Secundaria	Técnica	Total
Amaluza	154	264	66	484
Bellavista	121	272	60	453
Jimbura	176	235	0	541
Santa Teresita	236	168	0	404
27 de abril	258	241	17	516
El Ingenio	157	94	94	346
El Airo	69	173	17	260
%	<b>39</b>	<b>48</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

El carácter de la producción campesina de los agricultores del cantón Espíndola establece un 65 % en el trabajo comunitario de forma organizada y un 35 % en forma individual. El sistema organizativo tiene relación con dos actividades: la primera referida a las organizaciones para la provisión de agua (60%) involucrados en el sistema de riego Airo Florida y las juntas de riego Lima-Conduriaco y Jorupe-Cangochara; y la segunda, a la producción y comercialización (40%) integrados en la Asociación Agropecuaria “Manantial de agua dulce”, la Asociación de productores “Limas-Conduriaco” y la Asociación de productores cafetaleros el Airo –APROCAIRO.

### Oferta actual y producción comercializada del cantón Espíndola

La producción alcanzó 24 155 t, en una superficie de 4 254 ha, de las cuales se comercializaron 22 032 t, (Tabla 3).

Tabla 3: Producción anual de maíz cultivado en el cantón Espíndola, noviembre 2016.

Parroquias	Superficie ha	Cantidad cosechada t	Pérdidas t	Consumo en finca t	Producción comercializada t
Amaluza	653	4 158	6,6	154	3 997
Bellavista	604	3070	10,6	483	2 576
Jimbura	1 082	6 502	9,7	309	6 183
Santa Teresita	195	884	3,4	234	646
27 de Abril	757	3 895	5,2	448	3 442
El Ingenio	824	5 014	11,0	335	4 668
El Airo	139	633	1,7	113	518
<b>Total</b>	<b>4 254</b>	<b>24 155</b>	<b>46,6</b>	<b>2 076</b>	<b>22 032</b>

### Época de siembra

Generalmente la siembra se realiza en la época seca, de abril a noviembre (Figura 1), pues en la época lluviosa el cultivo es atacado por patógenos. Además, debido a las intensas lluvias que se presentan en la región costanera, existe la posibilidad de lograr precios altos. Las semillas de maíz para la siembra son híbridos (71 %) y criollo (29 %); entre los híbridos sobresalen, Dekalb 7088 (45 %), SOMA (12 %), triunfo (10 %), Dekalb 399 (2 %), Dekalb 2b604 (1 %) y Brazilia (1 %).



Figura 1. Meses de siembra de maíz duro, Espíndola, noviembre 2016.

### Cosecha y rendimiento

La temporada de mayor cosecha de maíz duro va de marzo a octubre (Figura 2); las pérdidas pos-cosecha ascienden aproximadamente a 0,2 % de la producción cosechada, específicamente debido al manipuleo y al desgrane en máquina. El rendimiento en limpio bordea las 6,0 t/ha.

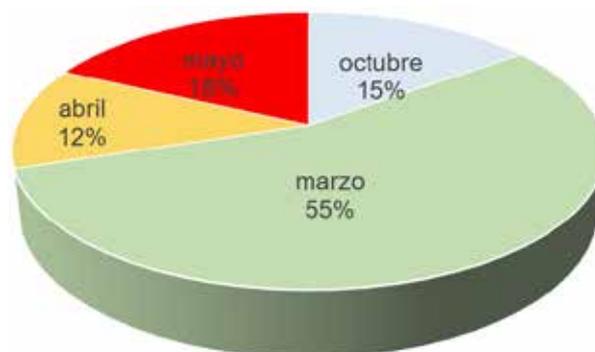


Figura 2. Meses de cosecha de maíz duro, Espíndola, noviembre 2016.

### Costos de producción

El costo de producción asciende a \$ 1896/ha (Tabla 4)

Tabla 4. Costos de producción por ha en \$ del maíz en el cantón Espíndola, 2016.

Costos y beneficios	Costo (\$)
Costos de producción	1896
Ingreso bruto	2214
Ingreso neto	318
Beneficio/costo	1,17
Nivel de eficiencia	0,17

### Demanda Actual de maíz en Espíndola

La cantidad de maíz mensual consumida alcanzó 502 t, equivalentes al 25 % de la producción total del cantón Espíndola, siendo las bodegas y tiendas las de mayor consumo interno (Tabla 5).

Tabla 5. Consumo anual de maíz en el cantón Espíndola.

Consumidores locales	Estratos	Maíz (t)
Demanda directa	Productores Pecuarios	95
Demanda indirecta	Bodegas	236
	Tiendas	171
<b>Total</b>		<b>502</b>

### Demanda de maíz en la provincia de Loja

El consumo aparente en la provincia de Loja ha tenido un comportamiento variado; de 16 241 t (2002), va en ascenso hasta alcanzar 68 447 t (2007), para luego descender a 50 747 t (2009) y nuevamente alcanzar la cúspide de 67 839 t (2010), hasta lograr una cierta estabilidad de 63 716 t (2014). Posteriormente se observa un ascenso vertiginoso de 949 790 t (2015) y 126 249 t (2016) incrementándose en un 198 % (Tabla 6).

Tabla 6. Consumo aparente de maíz en Loja.

Año	Producción Interna t	Pérdidas t 0,20%	Consumo en fincas t 9%	Salidas t 28%	Consumo aparente t
2002	25 861	52	2 327	7 241	16 241
2003	38 964	78	3 507	10 910	24 469
2004	53 355	107	4 802	14 939	33 507
2005	74 376	149	6 694	20 825	46 708
2006	83 297	167	7 497	23 323	52 311
2007	108 992	218	9 809	30 518	68 447
2008	90 361	181	8 132	25 301	56 747
2009	80 807	162	7 273	22 626	50 747
2010	108 024	216	9 722	30 247	67 839
2011	65 765	132	5 919	18 414	41 300
2012	101.339	203	9 121	28 375	63 641
2013	126 510	253	11 386	35 423	79 448
2014	1 014 586	2 029	91 313	284 084	637 160
2015	1 512 404	3 025	136 116	423 473	949 790
2016	2 010 222	4 020	180 920	562 862	1 262 419

### Demanda potencial de maíz en Loja y Espíndola.

La demanda potencial de maíz en Loja para el año 2021 asciende a 1 351 297 t; con una tributación del cantón Espíndola de 24 927 t equivalente a 1,8 % (Tabla 7).

Tabla 7. Demanda potencial de maíz en la provincia de Loja y aporte del cantón Espíndola.

Año	Habitantes de la provin- cia de Loja	Demanda provincial T	Aporte de Espíndola t
2016	487 158	1 262 419	22 032
2017	493 832	1 279 714	22 583
2018	500 598	1 297 246	23 147
2019	507 456	1 315 018	23 726
2020	514 408	1 333 034	24 319
2021	521 456	1 351 297	24 927

## Relación entre la Oferta y la Demanda

Los datos de las series históricas de oferta y demanda para el periodo 2002 al 2016 (Figura 3), evidencian que en el período 2002 a 2012 existe una estabilización de estos parámetros, mostrando diferencias poco significativas y que justifican una regularidad de *stock* estable que mantiene en cierto modo un precio aceptable en los mercados de consumo. No obstante, a partir el período 2013 a 2016 se evidencia una sobre oferta de maíz duro, lo que ha decir de los productores, el maíz registró una caída del precio.

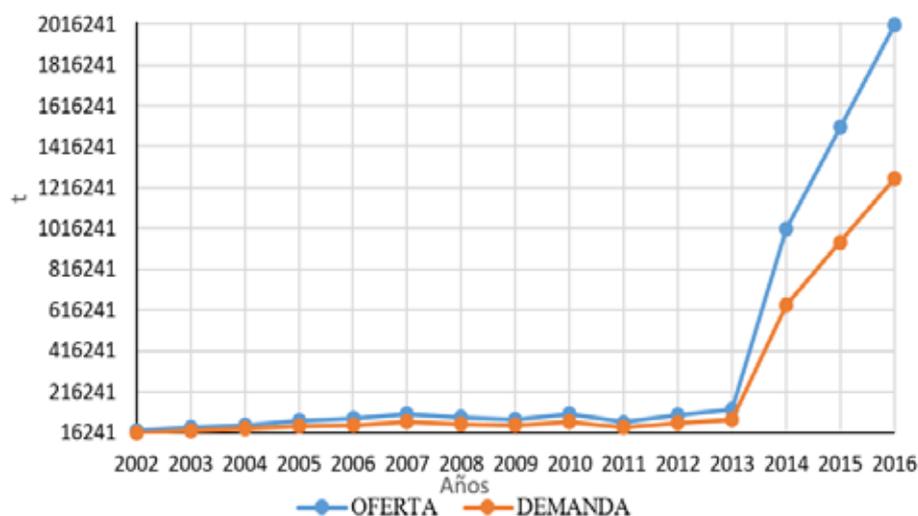


Figura 3. Relación entre la oferta y la demanda del maíz, en la provincia de Loja, 2016

## Lugar de venta

El 80 % de los agricultores venden al comerciante mayorista, el 11 % al comerciante minorista y 9 % lo consumen en finca (Tabla 8). El sistema de compra-venta utilizado es por inspección y muestreo; por inspección las partes analizan la cantidad y la calidad del producto y resuelven lo que más les conviene económicamente; por muestreo, el productor ofrece una muestra representativa de la producción con base a la cual se realiza la transacción mercantil.

Tabla 8. Destino de la producción de maíz duro en el cantón Espíndola, noviembre 2016.

Venta	Compran						Lugar de venta			
	Mayoristas		Minoristas		Consumo en finca		Bodegas		Tiendas	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Productor	2 403	80	330	11	271	9	13	36	23	64

## Envasado, selección y clasificación a nivel del productor y comerciante

El agricultor realiza la actividad de envasado dentro de la finca<sup>1</sup> en sacos de yute o de material sintético; ocasionalmente utiliza alforjas de diferente capacidad y calidad. El costo del saco de material sintético bordea \$ 0,25. Aquí seleccionan, clasifican y pesan el grano; la selección y clasificación la realizan por: tamaño (17 %), peso (32 %), grado de madurez (19 %) y daños físicos (32 %). Con tales criterios el productor procede a realizar el embalado del producto.

Los comerciantes mayoristas y minoristas utilizan el mismo tipo de embalaje para la venta. Los criterios para la selección y clasificación son los mismos utilizados por los productores. Para el caso de mayoristas tanto el tamaño, el peso como los daños físicos son considerados en un 29 %; mientras que el grado de madurez alcanzó un 13 %. Para los minoristas los resultados difieren con respecto a los anteriores; así, el peso y al grado de madurez son aceptables en un 28%, el tamaño con el 18 %, y finalmente los daños físicos con el 26 % (Tabla 9).

Tabla 9. Selección y clasificación del maíz para la compra – venta, noviembre del 2016.

Comerciantes	Tamaño		Peso		Grado de madurez		Daños físicos	
Mayoristas	2 403	29	2 403	29	1 000	13	2 403	29
Minoristas	200	18	330	28	330	28	300	26

### Transporte

El traslado del producto desde el lugar de producción y/o venta se realiza en camiones alquilados (79 %) y propios (9 %); así como en camionetas y rancheras (12 %), cuyo costo, en promedio asciende a \$ 0,75/qq. No existe un transporte exclusivo para trasladar el maíz duro.

### Pérdidas Poscosecha

Las pérdidas a nivel de los productores en el desgranado del maíz duro alcanzan el 0,2; dato similar se evidencia para los comerciantes mayoristas cuyas pérdidas se manifiestan principalmente por la manipulación, tipos de embalaje y transporte inadecuado.

### Canales de comercialización

El canal de comercialización empleado por los productores del cantón Espíndola es directo a los comerciantes (mayoristas y minoristas) y a los consumidores finales. El 80 % de la producción se distribuye al mayoreo en los mercados de Cariamanga, Balsas, Amaluza, Quilanga y el departamento de Ayabaca (Perú); el 11 % la distribuyen los minoristas a las localidades de Jimbura, La Naranja, El Ingenio, Palanda, Bellavista, Jibiruche, El Airo, El Castillo y Cangochara; el precio que reciben alcanza un promedio de \$17/qq; el sistema de pago para ambas partes se realiza al contado (ver figura 4).

<sup>1</sup>Previo a ello el agricultor recoge y clasifica las mazorcas de maíz duro y ensaca, para luego proceder al desgranado en máquina.

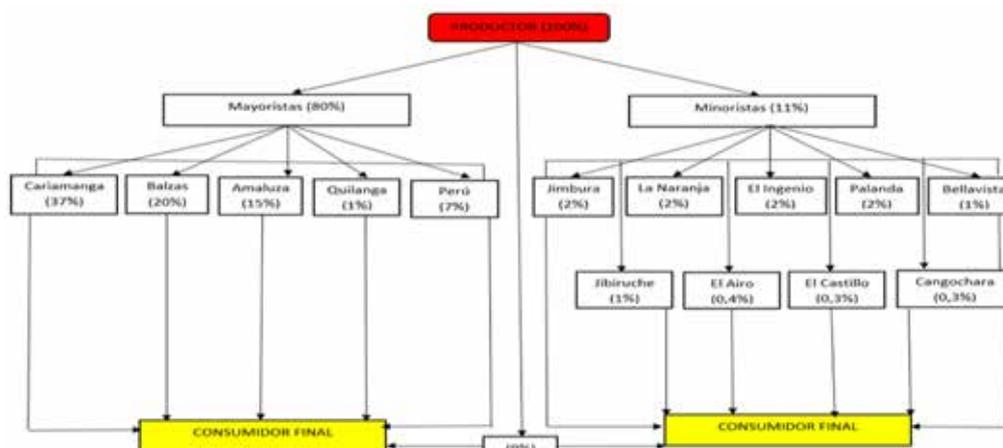


Figura 4. Canales de comercialización de maíz, noviembre 2016.

### Costos y Márgenes de Comercialización

Los costos y márgenes de comercialización en el cantón Espíndola registran un 5 % de utilidad para los mayoristas y el 9 % para los minoristas (Tabla 10);

Tabla 10. Costos y márgenes de comercialización del maíz en el cantón Espíndola, noviembre 2016.

Niveles de intermediación	Concepto	Compra-venta	Precio al consumidor
		\$	%
Precio al productor		17	77
Precio mayorista- Espíndola		17	77
Costos	Sacos	0,25	
	Acondicionamiento	0,50	
	Carga y descarga	0,50	
	Transporte	0,75	
	Pérdidas	0,01	
	<b>Total</b>	<b>2,01</b>	
Margen		<b>0,99</b>	<b>5</b>
Precio al minorista-Espíndola		<b>20,00</b>	
	Pérdidas	0,20	
Margen		<b>1,99</b>	<b>9</b>
Precio al consumidor		<b>22,00</b>	<b>100</b>

### Precio al productor de maíz duro en el Ecuador

En la Figura 5 se presenta las estadísticas del MAGAP (2017), a partir de enero la curva de precios comienza a ascender hasta llegar a su punto máximo en febrero, alcanzando \$18,2/qq; la siembra de noviembre cosechada en mayo logra un precio significativo de \$16,2/qq. A partir de junio los

precios comienzan a estabilizarse con pequeños altibajos, hasta su punto culminante en octubre (\$15,1/qq), luego se eleva el precio, logrando el punto máximo en febrero (\$18,2/qq).

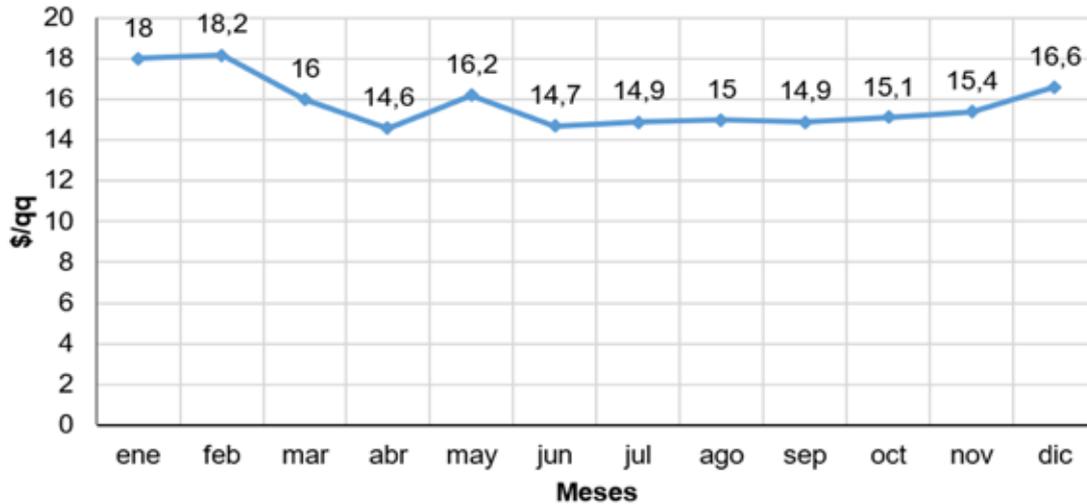


Figura 5. Promedio mensual de los precios al productor de maíz en Ecuador, período 2013-2017

### Gran Índice Estacional de Precios

En la figura 6, se observa que el índice más alto se registra en febrero (117,1 %) lo que expresa que durante este mes el precio promedio observado para el producto es 17,10 % más alto que el precio promedio anual registrado. El índice más bajo se observa en abril (93,55 %), que significa que el precio en el mercado ecuatoriano durante el periodo 2013 a 2016 alcanzó 6,45 % por debajo del precio promedio anual.

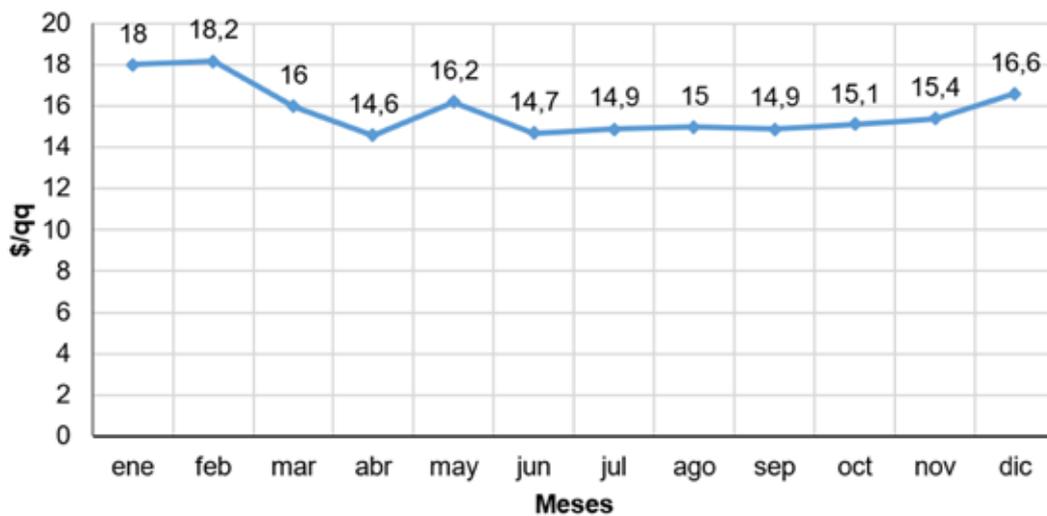


Figura 6. Gran índice estacional de precios al productor de maíz duro en la provincia de Loja.

## ■ DISCUSIÓN

En la zona de estudio existe un proceso de comercialización inadecuado y completamente fraccionado, con racionalidades sociales, técnicas y económicas propias de una agricultura familiar campesina que subyace en un mercado no regulado, excluida de un sistema agroalimentario globalizado orientado a la agroindustria y a la agro exportación.

Se evidencia que Espíndola, es un cantón que forja su desarrollo bajo un enfoque eminentemente agrocéntrico marcado por un 63 % de la PEA, dedicado a la agricultura (3 004 agricultores). El 51 % de los miembros de dichos núcleos familiares lo conforman hombres, que trabajan la tierra desde temprana edad y el 49 % por mujeres, que actividades domésticas dentro de su hogar con actividades de apoyo en la producción. La actividad productiva, especialmente la realizan varones entre los 18 a 60 años de edad, planifican en función de las tareas, al contrario de lo que hacen empresas capitalistas, que programan las actividades antes de realizar. El nivel de educación alcanzado mayoritariamente lo determina la formación secundaria (48 %), seguido por educación básica (39 %) y formación técnica (8 %).

Aunque el discurso dominante afirma lo contrario, es importante reconocer la labor que cumplen estos grupos familiares en tanto logran producir la mayoría de los alimentos consumidos localmente que, pese a su capacidades instaladas de bajo conocimiento técnico y tecnológico, muestran un alto grado de eficiencia y productividad, promueven sistemas económicos alternativos a los convencionales, como las economías ecológica, moral y solidaria; aspectos importantes que han sido reconocidos por FAO (2014) al centrar la atención mundial sobre el rol de la agricultura familiar en la lucha por la erradicación del hambre y la pobreza, la seguridad alimentaria y la nutrición; todo ello, en convivencia plena con la gestión de los recursos naturales y la protección del medio.

Existe un nivel organizacional significativo (65 %) integrado en colectivos que promueven acciones en el ámbito productivo (40 %) y de riego (60 %); sin embargo aún no han madurado en procesos de comercialización asociativa vinculados al circuito producción-consumo; se evidencian deficientes sistemas de manejo del cultivo, cosecha y poscosecha; y, de capacitación en técnicas de comercialización; situación que define rasgos de desorganización a lo interno que, al complementarse con el bajo conocimiento, dificulta remplazar el modelo tradicional por una agricultura moderna, empresarial, industrial, productiva, visión que imposibilita alcanzar lo expresado por FAO (2017) que afirma "...que la agricultura campesina era una solución de futuro, más productiva a largo plazo, y menos destructiva del ambiente natural". A no dudarlo estas organizaciones existen y es difícil ignorarlas, por ello es importante darles el sitio que corresponde en razón que, como sustenta Rondot y Collion, (2001), forman parte de una nueva modalidad de regulación económica y social que exige compensar las deficiencias institucionales públicas o privadas.

La oferta productiva de maíz duro en el cantón Espíndola es significativa (24 155 t) en relación con superficie cosechada (4 254 ha), de ellas se comercializaron 22 032 t, que comparadas con las cifras reportadas por Castro (2016), representa el 1,2 % de aporte a la producción nacional de maíz cosechado en el 2016 (2 010 222 t) en la época lluviosa. La actividad productiva agrícola, en su mayoría, es bajo riego sembrado prioritariamente en época seca (septiembre), en razón de

que en época lluviosa este cultivo es atacado por un gran número de patógenos; así mismo por el incremento de la demanda debido a los daños que ocasionan las intensas lluvias que por lo general se presentan en la región costanera.

Las semillas de mayor raigambre para la siembra son los híbridos (71 %) y el criollo (29 %). Entre los híbridos sobresale el Dekalb 7088 (45 %), producto pretendido por el agricultor por los rendimientos que genera; son más exigentes en cuanto al manejo, principalmente en fertilización para que puedan expresar todo su potencial productivo, sostiene el agricultor. En correspondencia con Hidalgo Ríos (2013), “La utilización de Semillas Certificadas es imprescindible para la renovación varietal. Son la mejor garantía para la trazabilidad de las producciones. La semilla certificada es una herramienta que facilita la clasificación de las cosechas por su calidad”.

El rendimiento de maíz duro limpio es de 6 t/ha que según las estadísticas de Castro (2016) es superior al rendimiento a nivel nacional (5,41 t/ha) para la época lluviosa de 2015, superior también al de Santa Elena (4,33 t/ha) y ligeramente inferior al de Los Ríos (6,03 t/ha). El costo de producción asciende a \$ 1 896/ha, superior al reportado por Chamba y Morocho (2013) para el productor del cantón Pindal (\$1 487/ha) en el 2013, valores que están en relación al nivel tecnológico aplicado al sistema de cultivo.

El promedio mensual que absorbe el área de estudio (502 t) corresponde al 25% de la producción total anual cosechada. El consumo aparente a nivel provincial ha sido cíclico con un incremento del 71,4 % para el período 2000 al 2016; resultado inferior al registrado por el MAGAP (2013) para el período 2000 al 2012 que alcanzó 188 % de grano seco y limpio; aspecto que está relacionado principalmente con el uso de semillas de alto rendimiento, incremento de los precios internacionales y a la mayor demanda por parte de la agroindustria. Si el proceso sigue esta tendencia, la proyección de la demanda para el 2021 (1 351 297 t) será bastante significativa al igual que la contribución del cantón Espíndola (24 927 t); lo que implicará implementar acciones con visión de tecnificar la producción maicera o a su vez ampliar la superficie cultivada para cubrir eficientemente este requerimiento. Este comportamiento del mercado es una característica que requiere ser aprovechada, especialmente en tiempos determinados donde la oferta ofrece condiciones ventajosas de precios en el mercado, altos y atractivos donde solamente accederán los productores que dispongan del producto; mientras que los que no tienen deben sembrar y esperar que se cumpla el ciclo vegetativo del cultivo.

Como sucede con la comercialización de maíz en toda la provincia, en el cantón Espíndola, existe una intermediación desventajosa para el productor, marcada en su mayoría por la urgencia de dinero para cumplir ciertas necesidades básicas de sus familias y el mantenimiento de las plantaciones que desemboca en una limitada rentabilidad económica y que no permiten acumular capital en sus territorios. El producto es vendido a mayoristas (80 %) y minoristas (11 %), muchos de ellos conocidos como gentes acopiadores–transportistas, mayoristas locales y regionales, mayoristas extra regionales, minoristas, y consumidores, que son los agentes que se encargan de cerrar el circuito producción-consumo. Por lo general, en esta interacción comercial los productores son los que llevan la peor parte, pues por la poca capacidad de regateo, sea por la cantidad ofrecida o por que el producto ya está a la venta, no tiene otra opción que venderlo, obteniendo beneficios o no. Esta situación es más evidente en los pequeños productores quienes manejan insuficientes flujos

económicos y por los gastos generados en el proceso de producción, los cuales generalmente son deudas, no les queda otra salida que desocuparse inmediatamente del producto al precio impuesto. Con respecto al envasado, selección y clasificación del producto son aspectos a los que el agricultor espinolense y comerciante no le ha puesto mucho énfasis; los sacos de yute, material sintético y alforjas, en algunos casos, son los recipientes mayormente utilizados; la selección y clasificación según el tamaño y grado de madurez no es tan estricto, privilegian el peso y daños físicos; en términos generales éstos actores únicamente desechan el producto que tiene un deterioro bastante notorio, conocido comúnmente como pasmado y apollado. Estas actividades son similares para los agricultores de la serranía peruana, así lo sostiene Reinoso, Medina, Vegas (1984), que manifiestan que los envases a nivel de productor son en general de cabuya, lona y polietileno; además que la clasificación de producto no es una práctica común tanto al nivel de productor como comerciante; únicamente seleccionan el producto por tamaño y variedad.

Complementariamente a ello, el transporte no es el ideal, existen problemas de pérdidas por el inadecuado manejo durante su trayecto, ya sea porque este medio no está debidamente acondicionado o porque no se respetan las normas de manipulación, incidiendo en la baja presentación del producto, el precio y el riesgo potencial de contaminar al resto de la producción. De acuerdo a los criterios de los productores, el maíz duro está expuesto al ataque de hongos en ambientes demasiado húmedos, por esta razón, en el transporte, propio o alquilado, deben tomar las precauciones para evitar la exposición del grano a las lluvias; igualmente es imprescindible evitar los golpes por inadecuada manipulación o los defectos en las carrocerías por la presencia de clavos, aberturas, entre otros; medidas importantes para eliminar, o cuando menos atenuar, las pérdidas del producto en esta etapa de la comercialización. Esta situación se refleja a nivel del cantón Loja; Chamba y Ávila (2017), manifiestan que el transporte de los productos agrícola tienen múltiples deficiencias, una de ellas es la ausencia y/o carencia de transporte con unidades adecuadas, lo cual ocasiona permanentemente el deterioro del producto, no existe un transporte exclusivo para sacar el producto, es notorio observar en los vehículos diversidad de productos, a los que se suma animales menores que, por el acopio y movimiento constante por las vías en mal estado, provocan el deterioro de los productos. Si bien los gastos generados durante las diversas etapas de la cadena de comercialización hasta que llegan al consumidor son asumidos en su mayoría por el agricultor maicero, es oportuno tomar las precauciones para evitar deterioro de la calidad del producto y lograr precios adecuados. FAO (2004), sostiene que en el transporte deben destacarse las condiciones generales de los medios utilizados: la sanidad, la adaptación al producto transportado para que llegue a su destino en perfectas condiciones y en el momento preciso de mayor demanda para lograr mayores beneficios económicos.

Las pérdidas poscosecha en el desgranado de maíz duro a nivel del productor es 0,2 %, inferior al 0,3 % que registra FAO (1997) para América Latina: Igual valor alcanza a nivel de los mayoristas y minoristas, pérdidas que se manifiestan principalmente por la manipulación impropia, tipos de embalaje y transporte inadecuado. El sistema de comercialización detectado en el área de estudio es individual y directamente con los intermediarios mayoristas, minoristas y consumidores finales, proceso que se inicia, en su mayoría, con la venta en finca; se ponen en negociación los volúmenes de oferta, pactan el precio, formas de pago y se realiza la transacción comercial; situación similar sucede con los productores de papa de la provincia del Carchi; Vallejo (2013), sostiene que la

comercialización de este producto inicia con la venta en finca, ya sea cosechado o en sementera, dependiendo mucho el destino final del producto; otras veces el agricultor traslada su producción hasta un mercado local de consumo más cercano y lo vende a un intermediario mayorista que lo traslada al consumidor final. Los costos y márgenes de comercialización del maíz duro en el cantón Espíndola muestran utilidades normales tanto para mayoristas (5 %), como para minoristas (9 %); datos inferiores a los logrados con el chocho en el cantón Saraguro y papa en el noroccidente del cantón Loja; en ellos se evidencia que para el caso del chocho mayor utilidad para los mayoristas (11,1 %) y menor para los minoristas (8,6 %) (Chamba, Suquilanda y Vásquez, 2016); y en los mismos términos para la papa, mayoristas (15 %) y minoristas (8 %) (Chamba y Torres, 2015), resultados que revelan que a corto plazo los costos y las utilidades del sistema permite cubrir los gastos originados con forme el producto pasa de un eslabón a otro.

Con respecto a los precios de maíz duro, estos tienen un comportamiento variado y obedecen a los precios de exportación y a las reglas de juego impuestas por la cadena de intermediarios, especialmente los mayoristas provinciales, regionales y nacionales. En los meses de enero, febrero, marzo, mayo y diciembre los precios registrados son altos, datos que también se reflejan en los resultados de GIE y que comparados con las estadísticas del MAGAP (2017) para marzo de 2016, fue superior (108,5 %) con variaciones del 2 % en los meses anteriores, principalmente por la baja de los precios a inicio de las cosechas en las provincias de Guayas y Los Ríos.

## CONCLUSIONES

El cantón Espíndola cuenta con un 63 % de población dedicada a la agricultura, distribuida en un 51 % hombres y 49 % mujeres. Poseen un nivel educativo de secundaria (48 %), básica (39 %) y técnica (8 %). El 65 % de los productores están asociados a organizaciones productivas (40 %) y de riego (60 %) vinculados a un proceso de comercialización individual que precisa rasgos de desorganización a lo interno. La oferta actual del cantón Espíndola de maíz duro asciende a 24 155 t cultivadas en una superficie de 4 254 ha con un rendimiento aproximado de 6 t/ha, de la cual se comercializan 22 032 t. La demanda actual y potencial asciende a 502 t y 24 927 t, respectivamente. El precio promedio en los sectores demandantes de maíz duro alcanzó \$ 17/qq, equivalente a \$400/t. El 80 % de los agricultores venden al comerciante mayorista, el 11 % al comerciante minorista y 9 % lo consumen en finca. Las pérdidas a nivel de los productores, comerciantes mayoristas y minoristas de maíz alcanzaron el 0,2 %. Los márgenes de comercialización denotan un 5 % de utilidad para los mayoristas y 9 % para los minoristas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Castro, Marcelo. (2016), Rendimientos de maíz duro seco en invierno, Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Quito, Ecuador.
- Chamba, M. (2008). *Estudio agro socioeconómico del sistema de riego El Ingenio y Limas- Con-duriacu*, PREDESUR, Loja, Ecuador.
- Chamba, M.; Morocho, J. (2013), *Plan de operación y manejo del centro de recepción, secado y limpieza de maíz para la asociación de productores agropecuarios juntos por un futuro*

*mejor del cantón Pindal, de la provincia de Loja*, Tesis de Grado de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

Chamba, M.; Torres, D. (2015). *Estrategias de mercadeo y comercialización de la papa para los mercados de la ciudad de Loja*, Loja, Ecuador.

Chamba, M.; Suquilanda, F.; Vásquez, R. (2016). Producción y comercialización de chocho, en las comunidades del cantón Saraguro, provincia de Loja, *Centro de Biotecnología*,(5). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

Chamba, M.; Ávila M. (2017). *Estrategias de mercadeo y comercialización del maíz blanco en el cantón Loja*, provincia de Loja, Loja, Ecuador.

FAO, (1993), *El maíz en la nutrición humana*, Roma, Italia.

FAO, (2004), *Transporte rural de productos alimenticios en América Latina y el Caribe*, Roma, Italia.

FAO, (2014), *Año Internacional de la Agricultura Familiar (AIAF)*, Roma, Italia.

FAO, (1997), *Pérdidas poscosecha: Un concepto mal definido o mal utilizado*, Estudio sintético y didáctico sobre el fenómeno de las pérdidas que se producen a lo largo del sistema post-cosecha. Dato tomado de *ACROGRANOS*, N8 86. Roma, Italia.

FAO, (2017), *La situación de la Agricultura Campesina familiar e indígena*, texto presentado en el seminario del IAEN sobre El Bien Común de la Humanidad, con Frei Betto y Antonio Salamanca, el 23 de marzo. Quito, Ecuador.

Hidalgo R Fulbio, (2013), *Manual técnico del cultivo del maíz*, Instituto Nacional de Innovación Agraria; Estaciones Experimentales Agrarias del Perú, Pucallpa, Perú

INEC, (2011), *Datos estadísticos agropecuarios, Resumen ejecutivo*, Sistema estadístico agropecuario nacional SEAN, Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua ESPAC, Quito, Ecuador.

MAGAP, (2013), *Boletín situacional de Maíz Duro Seco*, Coordinación general del Sistema de Información Nacional, Quito, Ecuador.

MAGAP, (2017), *Noticias*, Quintal de maíz será de 14,90 dólares durante abril; Quito, Ecuador.

Reinoso, J. Medina, E. Vegas, G, (1984), *Características de la producción y comercialización de los principales cultivos del callejón de Huayla*, Ancash, Perú.

Rondot, P, Collion H, (2001), *Organizaciones de productores agrícolas, Su contribución al fortalecimiento de las capacidades rurales y reducción de la pobreza*, París, Francia

Vallejo, Alexis, (2013), *Identificación y caracterización de los sistemas de comercialización primaria de la producción familiar campesina en la provincia del Carchi*, proyecto mercados Campesino (SIPAE), Quito, Ecuador.

# Ensilaje de pulpa de café con la aplicación de aditivos en el cantón Loja

## Laps of coffee pulp with the application of additives in the canton Loja

Max Encalada C.<sup>1</sup>  
Paulina Fernández G.<sup>1</sup>  
Noheми Jumbo B<sup>1\*</sup>  
Adriana Quichimbo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Docentes-Investigadores de la Universidad Nacional de Loja

<sup>2</sup>Consultora Independiente

\*Autor para correspondencia: ncjumbo@gmail.com

RECIBIDO: 06/10/2017

APROBADO: 08/12/2017

### RESUMEN

La pulpa de café es un residuo que se desecha en suelos y ríos, generando contaminación por su alta demanda bioquímica de oxígeno y su rápida fermentación; desde el punto de vista químico la pulpa de café contiene cantidades importantes de proteína cruda de alta calidad y nitrógeno, por lo que es rica en estos elementos naturales al igual que las harinas de algodón o soya. También están presentes fibras crudas, ceniza, potasio, carbohidratos, grasas y otros compuestos que contienen altos valores de derivados fenólicos y taninos. El estudio se realizó en la Facultad Agropecuaria de la Universidad Nacional de Loja con el objetivo de determinar el valor nutricional del ensilado de la pulpa de café con la aplicación de aditivos, mediante el análisis de la composición química y las características organolépticas. Como aditivos se aplicó melaza y urea en distintas concentraciones. Las variables nutricionales mostraron cambios significativos como aumento progresivo de la proteína cruda y extracto etéreo y una disminución del extracto libre de nitrógeno a medida que se incrementó el porcentaje de urea. No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para materia seca, cenizas y fibra cruda. El pH de la pulpa ensilada estuvo en el rango considerado óptimo (3,9 - 4). La digestibilidad *in vivo* mostró valores por encima del 50 % en todos los tratamientos; las características organolépticas en todos los tratamientos presentaron condiciones favorables. En conclusión, la utilización de los aditivos contribuyó en la calidad nutricional y organoléptica del ensilaje de la pulpa de café.

**Palabra claves:** ensilaje, pulpa de café, urea, melaza, composición química, características organolépticas.

## ■ ABSTRACT

The coffee pulp is a waste that is discarded in soils and rivers, generating contamination by its high biochemical demand of oxygen and its fast fermentation; from the chemical point of view, the coffee pulp contains important amounts of high quality raw protein and nitrogen, making it rich in these natural elements such as cotton or soy flours. Also present are raw fibers, ash, potassium, carbohydrates, fats and other compounds which contain high values of phenolic derivatives and tannins. The study was carried out in the Agricultural Faculty of the National University of Loja with the objective of determining the nutritional value of the silage of the coffee pulp with the application of additives, through the analysis of the chemical composition and the organoleptic characteristics. Additives were molasses and urea in different concentrations. The nutritional variables showed significant changes such as progressive increase of the crude protein and ether extract and a decrease of the nitrogen-free extract as the percentage of urea increased. There were no significant differences between treatments for dry matter, ash and crude fiber. The pH of the ensiled pulp was in the range of 3.9 - 4, considered optimum. In vivo digestibility showed values above 50% in all treatments. The organoleptic characteristics in all treatments presented favorable conditions. In conclusion, the use of the additives, contributed to the nutritional and organoleptic quality of the silage of the coffee pulp.

**Keywords:** silage, coffee pulp, urea, molasses, chemical composition, organoleptic characteristics.

## ■ INTRODUCCIÓN

En la provincia de Loja, la ganadería constituye una de las actividades agropecuarias principales que genera trabajo y recursos económicos para la población. Sin embargo, existen dos épocas climáticas que determinan la producción bovina, siendo la época de bajas precipitaciones la que afecta considerablemente la disponibilidad de pastos y consecuentemente bajos rendimientos en la producción de leche y carne (ASOGAN-SD, 2013). Este aspecto exige la búsqueda de nuevas alternativas de producción, como es el caso del ensilaje elaborado a base de insumos alimenticios no tradicionales, a partir de materias primas que se pueden obtener de las actividades agrícolas.

En esta provincia las actividades ganaderas se combinan generalmente con el cultivo de café, como una estrategia económica. La producción anual de café en la provincia de Loja en el año 2009 fue de 8 161 t, de los cuales el 40 %, se beneficia por la vía húmeda, lo que genera una disponibilidad de 3 264 t de pulpa al año (COFENAC, 2009). Ante ello, se han generado diversas alternativas de uso de dicho subproducto buscando evitar procesos de contaminación; tales alternativas han estado en la producción de biogás, obtención de abono orgánico, producción de hongos comestibles, obtención de alcohol y vinos, obtención de carbón activado y en la alimentación animal (Menezes *et al.*, 2014).

Según Rathinavelu y Graziosi (2005), la pulpa del café puede reemplazar hasta un 20 % de los concentrados comerciales en la alimentación del ganado lechero, sin efectos perjudiciales y con un ahorro del 30 %. El ensilaje es un proceso que sirve para almacenar alimentos en tiempos de cosecha y suministrarlo en tiempo de escasez, conservando calidad y palatabilidad a bajo costo, permitiendo aumentar el número de animales por hectárea o la sustitución o complementación de los concentrados. Este tipo de alimento se emplea para manejar ganado en forma intensiva, semi-intensiva o estabulada (Garcés *et al.*, 2004); a fin de contribuir al conocimiento en este campo, el presente trabajo se orientó a determinar el efecto de aditivos melaza y urea en diferentes concentraciones de urea en perspectiva de brindar una alternativa para la alimentación de ganadería bovina

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo de investigación se lo realizó en 2 fases: la primera que consistió en la elaboración del ensilaje y la segunda en la realización de las pruebas de laboratorio. Se utilizó pulpa de café fresca después de 24 horas del despulpado, procedente de la parroquia Lauro Guerrero, cantón Paltas (3° 58' 0.012'' S - 79° 46' 0.12'' O).

Considerando la homogeneidad de las unidades experimentales en el laboratorio se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado en el que los tratamientos se asignaron al azar y se realizó igual número de observaciones por tratamiento; las fuentes de variación consideradas fueron los tratamientos y el error experimental. Para el análisis de las características nutricionales se realizó un análisis de varianza a través de una prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ) con el siguiente modelo matemático:  $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$ .

Las características organolépticas y de consumo se evaluaron por medio de parámetros que determinaron esas características valoradas en rangos estandarizados.

### **Metodología Experimental**

Los tratamientos consistieron en la aplicación de aditivos urea y melaza en el ensilado de la pulpa de café durante 45 días. Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: T1 (0 aditivos); T2 (pulpa + 0,5 % urea + 3,0 % de melaza); T3 (pulpa + 1,0 % urea + 3,0 % de melaza); T4 (pulpa + 1,5 % urea + 3,0 % de melaza).

### **Elaboración de los microsilos**

El ensilado se realizó en tubos PVC (0,50 m de alto x 0,10 m de diámetro), a los mismos se les confeccionó tapas y en la base se realizaron agujeros para la evacuación de los líquidos. Se adaptaron al tubo fundas plásticas de polietileno calibre 6 color negro, con una capacidad de 3 kg. El microsilo se llenó manualmente en capas y se apisonó la pulpa de café para asegurar una adecuada compactación y eliminación del aire para garantizar un adecuado proceso de fermentación, en el proceso se fue colocando los niveles de urea y melaza en diferentes dosis (Tabla 1).

Una vez terminado el proceso del llenado, las fundas fueron cerradas herméticamente con abrazaderas plásticas expulsando todo el aire, se etiquetaron los microsilos y se ubicaron con

cuidado en un lugar fuera del alcance de roedores y otras fuentes de peligro, distribuidos de acuerdo al diseño experimental establecido. Los microsilos fueron abiertos a los cuarenta y cinco días posteriores a su elaboración para su evaluación.

Tabla 1. Dosis en gramos para cada tratamiento de urea más melaza aplicadas en el microsilo

Tratamientos (Urea + melaza)	Contenido de microsilo (kg)	Cantidad (g)	
		Urea	Melaza
T1 0,0 % + 0 %	3,0 kg	0,0	0,0
T2 0,5 % + 3 %	3,0 kg	15,0	90,0
T3 1,0 % + 3 %	3,0 kg	30,0	90,0
T4 1,5 % + 3 %	3,0 kg	45,0	90,0

### Composición química:

Se analizó químicamente la pulpa sin ensilar para contar con referencia respecto a los cambios que por el ensilaje y los tratamientos se produjeron. A cada una de las muestras se les determinó el pH con el uso de un peachímetro. Para conocer la composición química se analizó materia seca (M.S) por medio de la deshidratación a 105 °C por secado directo en una estufa hasta peso constante, luego se molieron las muestras con un tamaño aproximado de 1mm para determinar las siguientes variables: ceniza (Cz), fibra cruda (F.C), extracto libre de nitrógeno (E.L.N), base seca (BS) mediante un análisis químico proximal o Weende siguiendo el procedimiento de la AOAC (1984)

La proteína cruda (P.C) se determinó utilizando el método Kjeldahl; la proporción de extracto etéreo (E.E) se evaluó por medio del método Soxhlet. La digestibilidad (DIVMS) fue realizada en el INIAP Estación Experimental Santa Catalina-Quito a través del método MO-LSAIA-23 y método de referencia U. Florida 1970.

### Características Organolépticas:

Estas características se evaluaron al momento de abrir los ensilados, teniendo en cuenta las fichas de evaluación de ensilajes propuesta por Salguero (2005) y Betancourt (2006) (color, olor, textura y humedad) aplicando los parámetros de: excelente, bueno, regular y malo

## RESULTADOS

### Composición química de la pulpa sin ensilar

Los resultados encontrados en la pulpa sin ensilar que se muestran en la Tabla 2, estuvieron en correspondencia con los informados por algunos autores (Rodríguez-Valencia, 2003; Noriega *et al.*, 2005).

Tabla 2. Composición química de la pulpa de café sin ensilar

Base de cálculo	Humedad	Ceniza	Extracto Etéreo	Proteína Cruda	Fibra Cruda	Extracto Libre de Nitrógeno	pH
Base seca	79,7 %	9,31 %	1,41 %	8,28	15,58 %	54,42 %	5

### Composición química del ensilaje:

Como se observa en la Tabla 3, los valores menores en Materia Seca se presentaron en el tratamiento sin aditivo con diferencias significativas frente a los demás. Con respecto al porcentaje de Cenizas, estas no presentaron diferencias entre los tratamientos. Los valores mayores de la concentración de E.E se presentaron en los tratamientos con aditivos de melaza y urea; igual comportamiento se observó en la proteína cruda. La tendencia del E.L.N fue inversa a los contenidos de la proteína cruda, los valores disminuyeron con la adición de urea más la melaza. Se detectaron diferencias significativas a nivel de tratamientos, encontrándose con 1,5 % de urea los valores menores, este porcentaje disminuyó en comparación con la pulpa sin ensilar.

Los resultados de los valores de pH de los tratamientos mostraron una disminución en comparación con la pulpa de café sin ensilar a valores entre 3,9 y 4. Los resultados alcanzados en la digestibilidad del ensilado mostraron que no existió diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 3. Efecto de los aditivos en la Materia Seca de la pulpa de café ensilada durante 45 días.

Tratamientos	Materia seca %	Ceniza %	Extracto Etéreo %	Proteína Cruda %	Extracto libre de nitrógeno %	Fibra Cruda %	pH	Digestibilidad in vivo de la materia seca
T1	18,31 b	12,34 a	1,83 b	12,56 c	53,80 a	19,47 a	3,90 a	50,27 a
T2	19,56 ab	10,87 a	2,16 ab	20,70 b	47,60 b	18,68 a	4,00 a	50,27 a
T3	19,94 a	12,52 a	2,29 ab	22,84 b	44,26 b	18,09 a	4,03 a	56,48 a
T4	20,35 a	11,41 a	2,60 a	31,68 a	34,95 c	19,36 a	4,03 a	56,92 a
n	3	3	3	3	3	3	3	3
E.E	0,32	0,47	0,15	1,52	1,11	0,72	0,05	2,85
Media	19,54	11,79	2,22	21,95	45,15	18,9	3,99	53,49
R2	0,91	0,04	0,98	0,96	0,97	0,03	0,77	0,83

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

n = repeticiones

E.E.= Error estándar

### Características organolépticas de la pulpa de café ensilada

En relación a estas características, se obtuvo un olor bueno en los tres tratamientos con melaza y urea, el color se presentó como excelente en los tratamientos T1 a T3 y fue regular en T4, la textura fue excelente en todos los tratamientos y la mejor humedad estuvo dada en el tratamiento 1 (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis organoléptico del ensilaje en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Indicadores organolépticos para la evaluación de ensilajes.			
	Olor	Color	Textura	Humedad
T1	Regular	Excelente	Excelente	Buena
T2	Bueno	Excelente	Excelente	Regular
T3	Bueno	Excelente	Excelente	Regular
T4	Bueno	Regular	Excelente	Regular

## DISCUSIÓN

Los valores obtenidos de la composición química de la pulpa de café sin ensilar presentó valores altos, bajos y similares en relación con los reportados por Munguía (2015) y Granda (2016) quienes encontraron en pulpa de café fresca valores de 26,53 % M.S; 3,16 % (Cz), 2,30 % (E.E); 9,12 % (P.C), 16,28 % (F.C) y 60,39 % (E.L.N), indicando que existieron diferencias en algunos resultados y que posiblemente los valores altos y bajos obtenidos fueron producto del beneficio del café, condiciones agroecológicas de las zonas de producción, variedad y manejo del cultivo, las cuales influyen directamente en la composición bromatológica de la pulpa. Otra razón está relacionada con el tiempo en el cual fueron tomadas las muestras para los análisis que en este caso fue después de 24 horas del despulpado.

Con relación a las características organolépticas de la pulpa de café ensilada: olor, color, textura fueron excelentes; sin embargo, en humedad se obtuvo resultados de bueno y regular; Agricultural Rural Development (2004) argumenta que características similares obtenidas en investigaciones anteriores se puede considerar un buen indicador del valor nutritivo global esperado de materiales de ensilaje. Villalba (2011) reportó un olor regular para la pulpa de café con la adición de 5 % de melaza. Los olores encontrados en los diferentes tiempos de fermentación (ligeramente agradable - LA y agradable - A) son característicos debido al descenso del pH que ocasiona la desaparición de bacterias nocivas y la proliferación de bacterias lácticas que confieren al ensilaje un olor agradable y evitan la formación de cantidades suficientes de ácido butírico que produce amoníaco, aumenta el pH y por consiguiente ocasiona olores desagradables y la pérdida total o parcial del ensilaje Pagán (2006). La ventaja del buen olor está relacionada con la preferencia y mayor consumo por parte del animal.

Se reconoce que la apariencia y el color del ensilaje de pulpa de café son característicos del proceso de ensilado, después de haber desarrollado una fermentación anaeróbica adecuada Solomon (1991). Al respecto, los tratamientos con el 0 % y 1 % de urea presentaron un color excelente y más parecido al original (antes de ensilar), mientras que con la adición de 1,5 % de urea presentó un color más oscuro calificado como regular, lo cual se debió a que la pulpa de café tiende a cambiar su color original a una más oscuro por efecto de la oxidación (Castañeda, 1999). Se ha informado que existe un cambio en el color de la pulpa de café de color marrón a negro cuando los ensilajes se exponen al aire, lo cual se atribuye a reacciones enzimáticas causadas por la oxidación de los polifenoles o quinonas, las que, a su vez se combinan con aminoácidos libres y proteínas para dar complejos de coloración oscura Solomon (1991).

Respecto a la humedad en los tratamientos T2, T3, T4 tuvieron una evaluación como regulares en su contenido de agua, mientras que el T1 tuvo una evaluación como buena, Betancourt *et al.*, (2006), señalan que en materias primas con bastante humedad como la cereza de café se observa presencia de efluentes presentando una calidad regular, dichos resultados son similares a los encontrados por López *et al.*, (2009) en ensilajes de rastrojo de piña. Finalmente en cuanto a la textura todos los tratamientos fueron evaluados excelentes, ya que la pulpa conservó todos sus contornos bien definidos, es decir presentaron sus características originales.

El proceso de beneficiado y la variedad del café pueden influir en la cantidad de materia seca del ensilado; los valores de MS del con la aplicación de aditivos se encontraron dentro de los rangos reportados por Bautista (2005) y Munguía (2015) de 15,40 % y 18,84 % respectivamente. El promedio obtenido en los tratamientos fue del 19,54 %, dicho valor no supera el mínimo contenido requerido para asegurar una buena calidad en la fermentación del ensilado el cual es el 20 % (Munguía, 2015). Por otro lado, los valores de MS del ensilaje con la aplicación de aditivos, en el T4 (20,35 %) mantuvo su contenido en comparación con la pulpa inicial (20,32 %), manteniéndose en un rango óptimo según Munguía (2015). Estos valores desempeñan un papel muy importante en la calidad fermentativa y nutritiva final del ensilaje, al controlar el crecimiento de *Clostridium*, disminuir la actividad fermentativa y la producción de efluentes e incrementar el consumo (Ojeda *et al.*, 1991).

El contenido de ceniza antes de la biofermentación fue de 9,31 % y luego de la biofermentación de 11,78 % corroborando lo dicho por Jiménez (2014) y Benítez (2016) que indican que los valores de las cenizas aumentan con la biofermentación; valores que están en relación con lo reportado por Granda (2016) 10,05 %, y Benítez (2016) 9,9 %, pero por debajo a lo reportado por Noriega (2008) (16,69 %). Mier (2009) señala que las cenizas indican el contenido mineral de un alimento; sin embargo, si el porcentaje es alto, mayor del 15 % sobre MS, es seguro que hubo contaminación con tierra. En cuanto a las cenizas se ha identificado que incrementan a medida que aumenta el tiempo del ensilaje. Es importante disponer en la pulpa de un alto contenido de ceniza que pueda proporcionar niveles apropiados de minerales necesarios para enriquecer las dietas para animales (Noriega 2008).

Con relación al Extracto Etéreo (E.E), la inclusión de la urea más melaza incrementó en el contenido de EE, con variaciones que fueron desde 2,16 % (T2) hasta 2,6 % (T4), mientras que el testigo alcanzo valores 1,81 %. El análisis de varianza indicó diferencias significativas entre el T4 y T1, mientras que entre el T4, T3 y T2 no se observaron diferencias significativas. El tratamiento T4 presentó el valor más alto, valor que se encuentra por debajo del señalado por Ferrer *et al.*, (1995) de 5,02 %. Las diferencias de los valores se deben al tiempo de ensilaje y a los aditivos utilizados. Munguía (2015), que ensiló la pulpa de café con el 5 % de melaza obtuvo un valor de 1,48 %; por su parte Granda (2016), fermentó la pulpa durante 24 horas y con una adición de 1,5 % de urea obtuvo un promedio de 2,6 % lo cual está en relación con los valores reportados en esta investigación. La grasa de la pulpa de café varía de 1,4 a 3 %, constituyéndose un nutriente de poca importancia para la alimentación animal (Munguía, 2015).

Los valores proteínicos del ensilaje de la pulpa, en los cuales se incorporó urea más melaza, fueron mayores respecto a la inicial (sin ensilar), este incremento fue debido al crecimiento bacteriano producido en la fermentación y la liberación de nitrógeno por parte de la urea y al tiempo del ensilado. Noriega (2008) y Benítez (2016), encontraron el 30,52 % y 27,16 % respectivamente, dichos valores se encuentran en relación con la presente investigación que a medida que se incrementó la dosis de urea incrementaron los porcentajes en los tratamientos. Según Puertas (2012), las proteínas constituyen el 0,9 % del peso húmedo de la pulpa del fruto de café maduro y fresco; además, estas son componentes de las enzimas y aportan nitrógeno y azufre para el desarrollo de microorganismos. González (1990), clasifica a los forrajes y otros alimentos para animales como de regular calidad cuando contiene valores de 7 a 9 % de proteína y de buena calidad con valores comprendidos entre 9 y 11 %; lo que significa que si se ensila la pulpa con 0; 0,5 y 1 % de urea el ensilaje es bueno para utilizarlo como alimento por los altos valores proteicos que se consigue.

Los valores de fibra cruda en los tratamientos con la inclusión de urea más melaza ensilada durante 45 días permanecieron similares, es decir no existió un incremento significativo entre los tratamientos. Sin embargo en comparación con el valor de la pulpa fresca, cuyo valor fue de 15,38 %, incrementó con al 19,47 % siendo T1 el cual presentó el valor más alto, seguido del T4, T2 y T3; por tanto se puede acotar que todos los tratamientos presentaron similitud, encontrándose un promedio de 18,9 %, los niveles de inclusión de la urea no influyeron en un aumento del contenido de F.C. Morgan (2013) obtuvo 19,95 % de F.C en pulpa enriquecida con urea y melaza; Granda (2016) encontró porcentajes de 11,11 % y 16,74 %, valores que se encuentran por debajo a los reportados en la presente investigación, esto podría deberse al tiempo del ensilado.

Noriega (2008), señala que similar al comportamiento de las cenizas y proteína cruda los porcentajes de fibra aumentan con el tiempo de ensilaje; también encontró el 36,42 % de fibra cruda en la pulpa de café ensilada valor superior al de la investigación, esto podría deberse al tiempo en que ensiló el material ya que dicho resultado es a los 240 días mientras que el del presente trabajo fue a los 45 días. Según Valdivia (2006), los alimentos que contienen un menor contenido de fibra inducen a un mayor consumo de mismo.

La tendencia del Extracto libre de nitrógeno (E.L.N) fue inversa a los contenidos de la proteína cruda, los valores disminuyeron con la adición de urea más la melaza. Se detectaron diferencias significativas a nivel de tratamientos, encontrándose con 1,5 % de urea valores menores, este resultado disminuyó considerablemente en comparación con la pulpa sin ensilar. Según Noriega (2008), al ensilar la pulpa de café con el 5 % de melaza en 240 días se obtuvo un valor de 10,93 % de E.L.N, comparando dicho valor con el 34,95 % resulta por debajo de los resultados de la presente investigación, lo cual puede atribuirse al tiempo del ensilado y al uso de los aditivos.

En la formulación de un determinado alimento se desea un bajo valor de extracto libre de nitrógeno, pero altos valores de otros compuestos como proteína, grasa y en algunos casos de fibra, lo cual depende del tipo de especie animal a la que se le suministre la pulpa de café como sustituyente en dietas. Ferrer *et al.*, (1995) señalan que fracciones con altos valores de extracto libre de nitrógeno limitan la utilización de la pulpa de café en la alimentación de bovinos, aunque ese obstáculo se eliminaría con la incorporación en las raciones de melaza y tubérculos en la dieta de bovinos, aunque ese obstáculo se eliminaría con la incorporación en las raciones de melaza y tubérculos en

la dieta. Los valores de pH de los tratamientos disminuyeron en comparación con la pulpa de café sin ensilar a valores entre 3,9 y 4. Esto pudo deberse a la producción de lactobacilos acidófilos que se hacen presente a las 72 horas, estas bacterias producen ácido láctico, el cual hace que el pH disminuya; dicha disminución según Benítez (2016) se atribuye al consumo del sustrato y la reducción de las bacterias debido a las mismas condiciones ácidas. La importancia del pH radica en su vinculación con los procesos degradativos que se producen.

Los valores de pH obtenidos en este trabajo indicaron que ensilar pulpa de café proporciona condiciones ambientales favorables, valores de 4,5 son indicadores de una fermentación anaeróbica adecuada y cuando se alcanzan valores de 4,2 se logra estabilidad fermentativa (Ojeda *et al.*, 1991). Los valores encontrados en este trabajo 3,9 – 4, están en relación con los reportados por Munguía (2015) de 3,90 al ensilar únicamente pulpa de café y fueron muy similares a los obtenidos por Ramírez *et al.*, (2002) al ensilar la pulpa de café enriquecida con aditivos. Mayorga (2005), manifiesta que en el proceso del ensilaje es importante que las condiciones proporcionen un ambiente con pH de 4,2 que inhibe el crecimiento de agentes patógenos y conserva las características nutricionales del producto ensilado. El pH tiene una alta correlación con la calidad del producto a valores de 4,5 y superiores.

Los resultados alcanzados en la digestibilidad del ensilado, mostraron que no existe diferencia significativa entre los tratamientos. El uso más común de la DIVMS es para estimar el contenido de energía metabolizable (E.M) del alimento; al respecto Di Marco (2011) considera un forraje de buena calidad si presenta el 70 % de digestibilidad de la materia seca, menos del 50 % de F.D.N y más del 15 % de proteína bruta (PB); mientras que es de baja calidad si la DIVMS es menor al 50 %, la F.D.N mayor al 65 % y la PC menor al 8 %. La pulpa de café ensilada en los tratamientos presentaron un aceptable coeficiente de digestibilidad entre el 50,27 al 56,92 %, convirtiéndolo así al ensilaje como digerible para los bovinos y con alto contenido de proteína.

Ferrer *et al.*, (1994) señalan que la digestibilidad de la pulpa de café presenta una relación directamente proporcional a la cantidad de cafeína, taninos y una relación inversamente proporcional al contenido de lignina, siendo la digestibilidad de la pulpa de café ensilada y fresca de 55,38 % y 47,20 % respectivamente, los valores obtenidos están en relación con los de la investigación. Vivanco (2016) presentó en la PCF un aceptable coeficiente de digestibilidad con el 57,78 % lo que permite un aporte energético de 2,08 Mcal/kg de materia seca. La inclusión de ensilado de la pulpa de café en la dieta de animales de granja podría contribuir a reducir los costos de producción de leche y carne, especialmente en los países de desarrollo (Rathinavelu y Graziosi, 2005)

## CONCLUSIONES

El indicador de la fermentación (pH), se mantuvo en un rango óptimo (3,9-4) en todos los tratamientos, presentando condiciones favorables para la fermentación y conservación del material ensilado. Ensilar la pulpa de café con 1,5 % de urea más el 3,0 % de melaza es una alternativa para mejorar la calidad de la misma y conservarla.

La evaluación organoléptica en los tratamientos demostró características aceptables dentro de los parámetros de calidad en las características de color, olor, humedad y textura.

Se recomienda realizar futuras pruebas de palatabilidad debido a que la presencia de taninos y cafeína disminuye la aceptabilidad y la palatabilidad de la cáscara del café por los animales. Realizar nuevos trabajos de investigación de ensilaje pulpa de café con el uso de otros aditivos en donde se incluyan análisis de cafeína, fenoles y taninos ya que son escasos los datos sobre estos parámetros.

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC. (1984). *Official Methods for Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, 14th edition. AOAC international. Volumen 1-2.
- AAFRD (Alberta Agriculture, Food and Rural Development). (2004). Visual evaluation of silage quality. Segunda edición. Disponible en <http://archive.org/stream/silagemanual00maca>.
- ASOGAN-SD Asociación de Ganaderos de Santo Domingo. (2013). Producción de ensilaje abastece a ganaderos Loja, Zamora y El Oro. Disponible en: <http://asogansd.com/produccion-de-ensilaje-abastece-ganaderos-loja-zamora-y-el-oro/>
- Bautista, O., Pernía, D., Barrueta, C. y Useche, M. (2005). Pulpa ecológica de café ensilada en la alimentación de alevines del híbrido de cachamay (*Colossoma macropomun* x *Piaractus brachyomus*). Rev. Cien. Fac. Cien. Vet. LUZ. 15(1):33-40.
- Benitez, A. (2016). *Utilización de diferentes niveles de urea en la dinámica de fermentación de la pulpa de café para uso en la alimentación de rumiantes en la provincia de Loja*. Tesis previo a la obtención del título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional de Loja.
- Betancourt, M., González, I. y Martínez, M. (2006). Evaluación de la calidad de los forrajes. Engormix. Disponible en: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/evaluacion-calidad-forrajes-t26728.htm>
- Castañeda, A. y Cárdenas, P. (1999). *Caracterización nutricional y de digestibilidad de ensilajes de vísceras de pescado enriquecidas con fuentes proteicas y energéticas para la alimentación en cerdos*. 135p. Tesis de grado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad del Tolima, Ibagué.
- COFENAC (Consejo Cafetalero Nacional). (2009). Informe técnico.
- Di Marco, O. (2011). Estimación de calidad de los forrajes. Buenos Aires Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias, sitio Argentino de Producción Animal 20 (240):24-30.
- Ferrer, J., Páez, G., Chirino, M. y Mármol, Z. (1995). Ensilaje de la pulpa de café. *Rev. Fac. Agron. Luz, Venezuela*. 12: 417-428
- Garcés, A., Berrio, L., Ruíz, S., Serna, J. y Builes, A. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*. Vol.1, núm. 1. 66 p.
- González, N. (1990). Alimentación animal. América, C.A. México. 319 p.
- Granda, D. (2016). *Estudio de la dinámica de fermentación de la pulpa de café con diferentes*

- niveles de urea y suero de leche para uso en la alimentación de rumiantes en la provincia de Loja*". Tesis de grado previa a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. UNL.
- Jiménez, M. (2014). *Evaluación del efecto de diferentes niveles de suero de leche y el tiempo de fermentación en los indicadores fermentativos de la pulpa de café para uso en la alimentación de rumiantes*. Tesis de grado previa a la obtención del título de Médica Veterinaria Zootecnista. UNL. Loja, Ecuador.
- López, M., WingChing, R. y Rojas, A. (2009). Características fermentativas y nutricionales del ensilaje de rastrojo de piña (*Ananas comosus*). *Agronomía Costarricense* 33(1): 1-15.
- Mayorca, E. (2005). La pulpa de café: Residuo o alimento. Universidad Central del Ecuador, Quito. Disponible en: <http://www.urg.es/ri/anteriores/dia103/d28-3.htm>.
- Menezes, E., Do Carmo, J., Alves, A., Menezes, I., Guimaraes, F. y Pimienta, C. (2014). Optimization of alkaline pretreatment of coffee pulp for production of bioethanol. *Biotechnol. Progr.* 30:451-462.
- Mier, M. (2009). *Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero*. Trabajo de fin de master, Universidad de Córdoba, Argentina.
- Munguía, G. (2015). Comportamiento, producción y características de la canal en ovinos alimentados con pulpa de café. Tesis de Maestría., Colegio de Posgraduados, Montecillo, México.
- Noriega, A., Silva, A. y García, M. (2008). Utilización de la pulpa de café en la alimentación animal. *Zootec.Trop.* 26:411-419.
- Noriega, A., Silva, R. y García, M. (2009). Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. *Zootecnia Trop.*, 27(2): 135-141.
- Ojeda, G., Cáceres, G. y Esperance, M. (1991). Conservación de forrajes. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.
- Pagán, S. (2006). *Caracterización del proceso fermentativo de ensilajes de residuos orgánicos de plantas procesadoras de Piña (Ananas comosus) y su evaluación en dietas para ovinos*. 79p. Tesis de Maestría. Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.
- Puertas, M., Rivera, E., Guzman, B., Rojano, C. y Pelaez, J. (2012). Comparación entre el estado de maduración del fruto de café (*coffe arabica L*), en el contenido de antocianinas y su capacidad antioxidante. *Rev. Cubana Plant.Med.*17:360-367.
- Ramírez, J., Pernía, R., Bautista, E., Clifford, M. y Adams, M. (2002). Producción y caracterización de la pulpa de café ensilada. Producción, caracterización y utilización en alimentación animal. Disponible en [http://www.funtha.gov.ve/doc\\_pub/doc\\_249.pdf](http://www.funtha.gov.ve/doc_pub/doc_249.pdf)
- Rathinavelu, R. y Graziosi, G. (2005). Usos alternativos de los residuos y subproductos del café. Disponible en: <http://www.ico.org/documents/ed1967c.pdf>.

- Rodríguez, A. Valencia, N. (2003). *Ensilaje de pulpa de café. Avances Técnicos* 313. CENICAFÉ.
- Salguero, S. (2005). *Caracterización Organoléptica, Química y de Digestibilidad de Ensilajes con base de excretas de cerdos, como una alternativa de alimentación animal*. 155p. Tesis de grado en Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad del Tolima, Ibagué.
- Solomon, D. (1991) The value of coffee pulp alone and in combination with other feeds in sheep nutrition in Ethiopia. *Small Ruminant Res.* 5:223-231.
- Villalba, D. Holguín, V. Acuña, J. y Piñeros, V. (2011). Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café-musáceas. *Rev. Col. Cienc. Anim.* 4(1):47-52.
- Vivanco, L. (2016). *Estudio de digestibilidad in vitro de cuatro raciones a base de pulpa de café fermentada, para la alimentación de ovinos*. Tesis previa a la obtención del título de Médico Veterinario y Zootecnista. Universidad Nacional de Loja.

# Caracterización de pastos naturalizados de la Región Sur Amazónica Ecuatoriana: potenciales para la alimentación animal.

## Characterization of naturalized pastures of the Southern Region Amazonian Ecuadorian: potentials for animal production

Edgar Benítez G<sup>1</sup>\*  
Hermógenes Chamba O<sup>1</sup>  
Efrén Sánchez S<sup>1</sup>  
Segundo Juan A. Parra<sup>1</sup>  
Diana Ochoa G.<sup>2</sup>  
Jairo Sánchez C<sup>3</sup>  
Robert Guerrero C<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Docente, Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional de Loja, Ecuador.

<sup>2</sup> Docente, Carrera Manejo y Conservación del Medio Ambiente, Universidad Nacional de Loja, Ecuador.

<sup>3</sup> Analista Agropecuario, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Ecuador.

<sup>4</sup> Director del Centro Binacional de Formación Técnica Zapotepamba. Ecuador

\*Autor para correspondencia: [e.benitez27@hotmail.com](mailto:e.benitez27@hotmail.com)

RECIBIDO: 10/10/2017

APROBADO: 14/12/2017

### RESUMEN

Las gramíneas constituyen la dieta básica en la alimentación de rumiantes a nivel mundial y económico; así mismo, presentan elevada importancia de conservación de los ecosistemas brindando materia orgánica al suelo y protegiéndolo de la erosión. Se caracterizó veinte especies de gramíneas promisorias para la Región Amazónica Sur del Ecuador establecidas en bancos de germoplasma en la Estación Experimental El Padmi en el cantón Yantzaza. Se establecieron los bancos de germoplasma utilizando un diseño de bloques al azar con 20 parcelas y dos repeticiones; cada parcela tuvo un área de 10 m de largo por 4 m de ancho. Las variables que se midieron durante el estudio fueron las siguientes: porcentaje de prendimiento, rendimiento de biomasa, número de brotes de la planta, altura de la planta, grosor del tallo, largo y ancho de la hoja y valor nutritivo. Para evaluar el valor nutritivo se determinó la proteína cruda y fibra mediante el esquema proximal de weende. Se realizó un análisis estadístico descriptivo. La especie que se caracterizó por el mayor valor nutritivo corresponde a *Echinochloa polystachya* seguida de *Pennisetum violaceum*, además esta segunda especie obtuvo mayor valor en prendimiento y rendimiento de biomasa concluyendo que estas especies son las que tienen mayor potencial de uso en la Región Sur Amazónica del Ecuador.

**Palabras Clave:** valor nutritivo, rendimiento de biomasa, prendimiento.

## ABSTRACT

The gramineae are basic diet and most economical of ruminants a world level; likewise, present high importance of conservation providing organic material to the soil protecting of the erosion. For the importance of gramineae, the objective of the present investigation was characterize 20 species of gramineae promising for the Southern Amazon Region of Ecuador established in germplasm banks in the Experimental Station "El Padmi", Yantzaza-Ecuador. Germplasm banks were established using a statistical design of random blocks with 20 plot and 2 repetitions. Each plot had an area of 10m of long and 4m of width. The variables that were measured during the study were the following: percentage of arrest, biomass yield, number of outbreaks, height of the plant, thickness of the stem, length and width of the leaf, and nutritional value. To assess the nutritional value, a sample was taken of the last cut and was determined the crude protein and fiber by the proximal scheme of Windee. A descriptive statistical analysis was made. The species that was characterized by the highest nutritional value corresponds to *Echinochloa polystachya* followed of *Pennisetum violaceum*, also, this second species obtained greater value in growth and biomass yield concluding that these species are the best for the South Amazon Region of Ecuador.

**Key Words:** nutritional value, biomass yield, growth.

## INTRODUCCIÓN

En la Amazonia Ecuatoriana la producción ganadera constituye uno de los rubros más importantes de la economía. El 60 % de las fincas en la Amazonia baja poseen un componente ganadero. Sin embargo los rendimientos de producción de leche son menores a 3,5 litros/vaca/día (INIAP-GTZ, 2000).

Por lo general, los potreros en la Amazonia tienen los primeros años rendimientos aceptables, pero luego, debido principalmente a la utilización de monocultivos de gramíneas muy extractivas de nutrientes, y a la falta de reposición de la fertilidad del suelo, la producción disminuye considerablemente. Los ganaderos se ven obligados a ampliar el área intervenida estableciéndose un círculo vicioso de destrucción paulatina de los recursos naturales y de la biodiversidad (Valarezo, 2012).

Según Zamora (2009) existen varios problemas relacionados con los pastizales y las unidades de producción ganadera en el Ecuador; los problemas centrales del manejo de los pastizales se deben a que (1) el material genético de las pasturas produce un forraje con bajo contenido proteico, (2) uso inadecuado de las razas de la especie bovina y a un (3) deficiente manejo de ganado incluyendo altos precios en los insumos veterinarios y falta de valor agregado.

Una opción para mejorar los rendimientos de las pasturas es el establecimiento de bancos de germoplasma con gramíneas promisorias que tengan una buena producción de biomasa, elevado valor nutricional, amplio rango de adaptación y buena palatabilidad, promoviendo de esta manera eficacia y rentabilidad para los ganaderos.

Frente a la problemática mencionada y a las potencialidades que ofrecen los bancos de germoplasma, se ejecutó esta investigación cuyo objetivo fue caracterizar las gramíneas naturales y naturalizadas en la región Amazónica a través de bancos de germoplasma, con la finalidad de determinar las especies promisorias para la región Amazónica Sur del Ecuador.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción de la zona de estudio

El estudio se realizó en la Quinta Experimental "El Padmi" de la Universidad Nacional de Loja (Figura 1), ubicada en el cantón Yantzaza, con una superficie de 791 km<sup>2</sup>, en las coordenadas 3°50'15" latitud sur y 78°45'15" longitud oeste; a una altitud de 783 m s.n.m. El cantón Yantzaza posee un clima tropical y húmedo con un 90 % de humedad relativa en casi la totalidad de los meses del año y su temperatura oscila entre 21 a 32°C.

En la Quinta El Padmi se distinguen tres estados de meteorización: reciente, intermedio y avanzado. Así los suelos de la quinta son suelos jóvenes (Entisoles) en el piso bajo (estado reciente) y de meteorización intermedia (Inceptisoles) en el piso medio, que corresponden a las áreas inclinadas y moderadamente escarpadas.

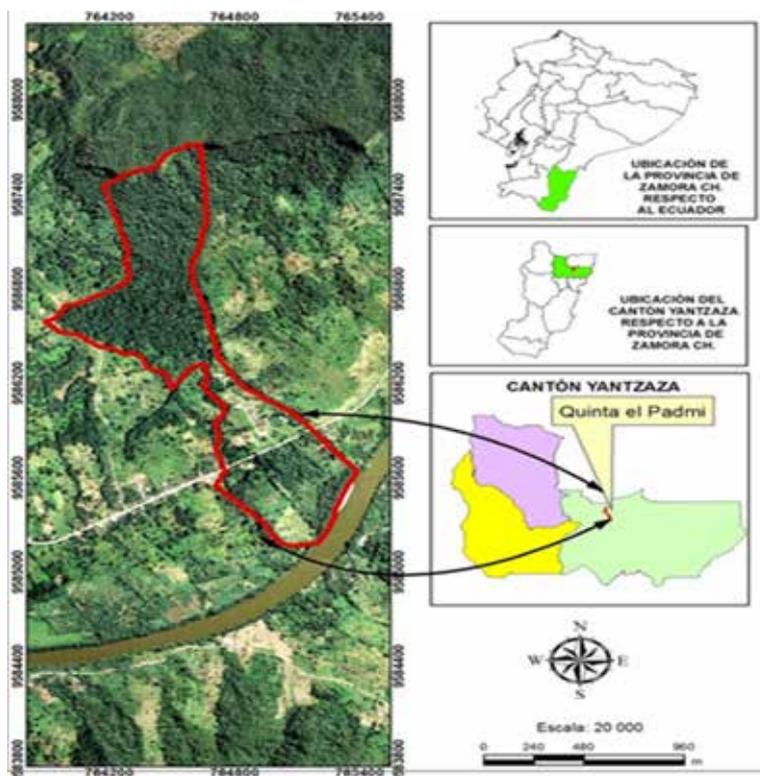


Figura 1. Ubicación de la Estación Experimental El Padmi

## Establecimiento del banco de germoplasma

Se trabajó con el establecimiento de bancos de germoplasma con 20 especies de gramíneas, éstas se mencionan en la Tabla 1.

Tabla 1. Especies de gramíneas usadas en el establecimiento del banco de germoplasma

Nombre Científico	Nombre Común
<i>Axonopus scoparius</i> (Flüggé) Kuhlman cv Gramalote morado	Pasto gramalote morado
<i>Axonopus scoparius</i> (Flüggé) Kuhlman cv Gramalote blanco	Pasto gramalote blanco
<i>Brachiaria arrecta</i> (T.Durand & Schinz) Stent.	Pasto tanner
<i>Brachiaria brizantha</i> (A.Rich.) Stapf	Pasto marandú
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Pasto dallis
<i>Brachiaria hybrida</i> Basappa & Muniy.	Pasto mulato
<i>Echinochloa polystachya</i> (Kunth) Hitchc.	Pasto alemán
<i>Eriochloa polystachya</i> Kunth	Pasto janeiro
<i>Panicum maximum</i> Jacq. cv Tanzania.	Pasto tanzania
<i>Panicum maximum</i> Jacq. cv Chilena	Pasto chilena
<i>Pennisetum x hybridum</i> cv King grass morado	Pasto kinggrass morado
<i>Pennisetum x hybridum</i> cv King grass blanco	Pasto kinggrass blanco
<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	Pasto elefante
<i>Pennisetum violaceum</i> (Lam.) Rich.	Pasto maralfalfa
<i>Saccharum officinarum</i> L.	Pasto caña forrajera
<i>Setaria</i> sp. (Schumach.) Stapf & C.E. Hubb. cv Merqueron azul	Pasto merqueron azul
<i>Setaria</i> sp. (Schumach.) Stapf & C.E. Hubb. cv Merqueron	Pasto merqueron
<i>Setaria sphacelata</i> (Schumach.) Stapf & C.E. Hubb.	Pasto merqueron punta roja
<i>Tripsacum laxum</i> Nash	Pasto guatemala
<i>Triticum aestivum</i> L.	Pasto trigo forrajero

Estas especies se propagaron de manera sexual, estas semillas fueron seleccionadas de plantas madres con características agronómicas deseables. Se establecieron bancos de germoplasma utilizando un diseño de bloques al azar con 20 tratamientos (parcelas de gramíneas) y dos repeticiones. Cada parcela tuvo un área de 40 m<sup>2</sup> (10 m x 4 m). Establecidas las especies se realizó labores culturales como: deshieras manuales cada 15 días.

## Variables de estudio

Se plantearon las variables: porcentaje de prendimiento, rendimiento de biomasa, macollo de la planta, altura de la planta, grosor del tallo, largo y ancho de la hoja y valor nutritivo. Para determinar la mejor respuesta de cada especie frente a las variables se realizó un análisis estadístico descriptivo mediante el uso del programa estadístico Infostat.

## RESULTADOS

### Prendimiento de las especies de gramíneas

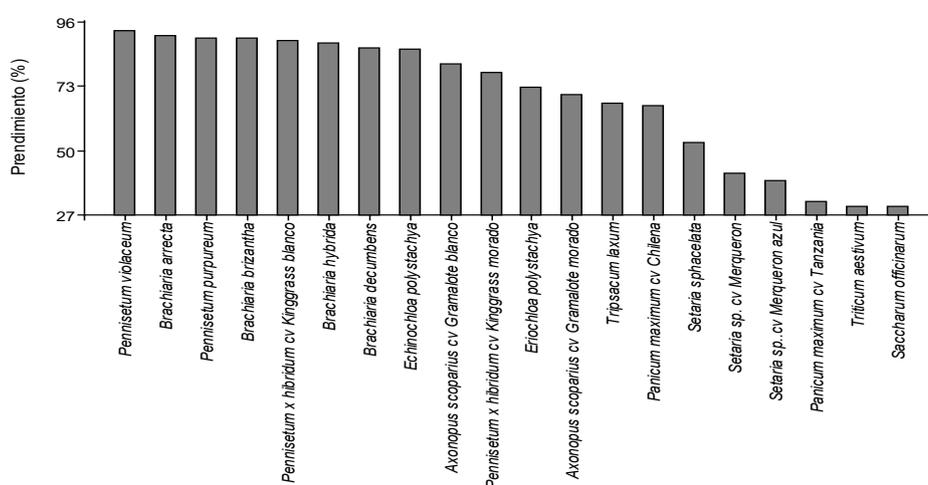


Figura 2. Porcentaje de prendimiento de las especies de gramíneas establecidas en bancos de germoplasma

En la Figura 2 y Tabla 2, se observa que los promedios relevantes de prendimiento fueron: *Pennisetum violaceum* (92,5 %), *Brachiaria arrecta* (90,8 %), *Pennisetum purpureum* (90 %) y *Brachiaria brizantha* (90 %). Por el contrario, las especies *Triticum aestivum* y *Saccharum officinarum* presentaron un prendimiento del 30 %.

### Rendimiento de biomasa de las especies de gramíneas

El mejor promedio de rendimiento de biomasa en las gramíneas fue: *Saccharum officinarum* con 116 ton/ha/corte y *Pennisetum violaceum* con 101,7 ton/ha/corte. Por el contrario, el menor rendimiento de biomasa corresponde a *Eriochloa polystachya* que únicamente alcanzó 11,3 ton/ha/corte (Figura 3 y Tabla 2).

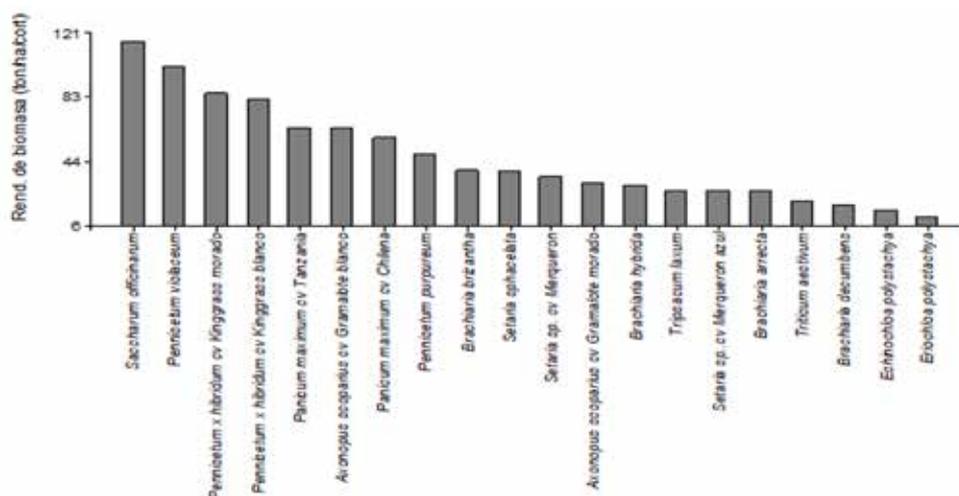


Figura 3. Rendimiento de biomasa de las especies de gramíneas establecidas en bancos de germoplasma

El mejor promedio de rendimiento de biomasa en las gramíneas fue: *Saccharum officinarum* con 116 ton/ha/corte y *Pennisetum violaceum* con 101,7 ton/ha/corte. Por el contrario, el menor rendimiento de biomasa corresponde a *Eriochloa polystachya* que únicamente alcanzó 11,3 ton/ha/corte (Figura 3 y Tabla 2).

### Numero de brotes de las especies de gramíneas

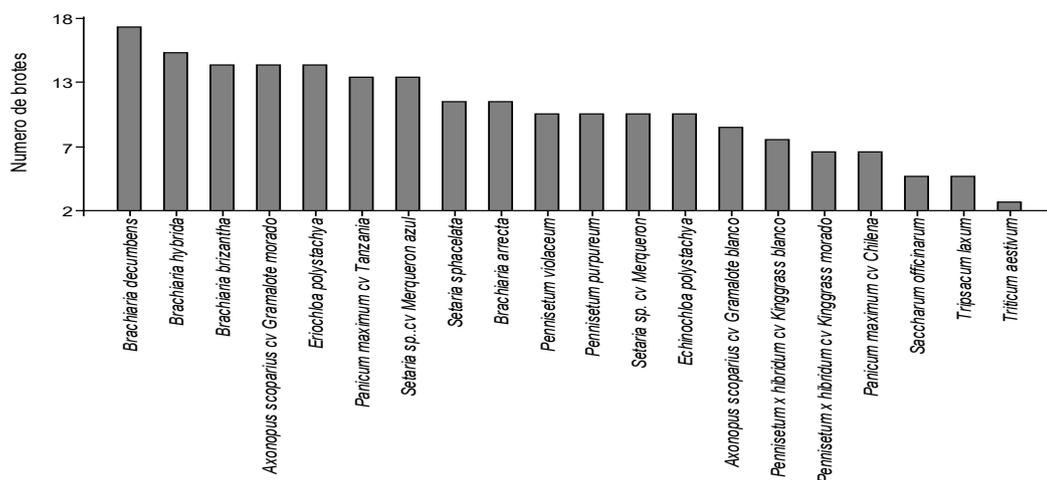


Figura 4. Numero de brotes de las especies de gramíneas establecidas en bancos de germoplasma

El número promedio de brotes por planta de las gramíneas fue: *Brachiaria decumbens* con 17 brotes, *Brachiaria hybrida* con 15 brotes, *Brachiaria brizantha*, *Axonopus scoparius* y *Eriochloa polystachya* las tres con 14 brotes; mientras que *Saccharum officinarum*, *Tripsacum laxum* y *Triticum aestivum* obtuvieron 5 y 3 brotes respectivamente (Figura 4 y Tabla 2).

## Altura de la planta

Tabla 2. Altura de las especies de gramíneas tomada a los 60 y 90 días del tiempo de establecimiento

Especies	Altura de la planta (cm)	
	60 días	90 días
<i>Pennisetum x hybridum</i> cv King grass morado	51,5	101,0
<i>Triticum aestivum</i>	52,5	155,0
<i>Setaria sphacelata</i>	39,5	75,0
<i>Panicum maximum</i> cv Chilena	46,5	106,0
<i>Axonopus scoparius</i> cv Gramalote blanco	36,0	93,5
<i>Setaria</i> sp. cv Merqueron azul	36,5	63,0
<i>Pennisetum purpureum</i>	47,5	98,5
<i>Pennisetum x hybridum</i> cv King grass blanco	50,5	95,0
<i>Brachiaria arrecta</i>	23,0	44,0
<i>Setaria</i> sp. cv Merqueron	36,0	53,5
<i>Eriochloa polystachya</i>	26,0	48,0
<i>Saccharum officinarum</i>	48,0	219,5
<i>Brachiaria hybrida</i>	35,5	73,0
<i>Brachiaria brizantha</i>	38,5	70,0
<i>Brachiaria decumbens</i>	31,0	56,5
<i>Axonopus scoparius</i> cv Gramalote morado	31,0	76,0
<i>Echynochloa polystachya</i>	67,0	189,0
<i>Pennisetum violaceum</i>	44,0	81,0
<i>Panicum maximum</i> cv Tanzania	52,5	150,0
<i>Tripsacum laxum</i>	39,0	59,0

Los mejores promedios de altura alcanzados por las especies de gramíneas a los 60 días de sembradas fueron: *Echynochloa polystachya* (67 cm), *Triticum aestivum* (52,5 cm), *Panicum maximum* (52,5 cm), y *Pennisetum x hybridum* (51,5 cm). Mientras tanto, a los 90 días de siembra se destacan las siguientes especies de gramíneas: *Saccharum officinarum* (219,5 cm), *Echynochloa polystachya* (189 cm), y *Triticum aestivum* (155 cm).

## Grosor del tallo

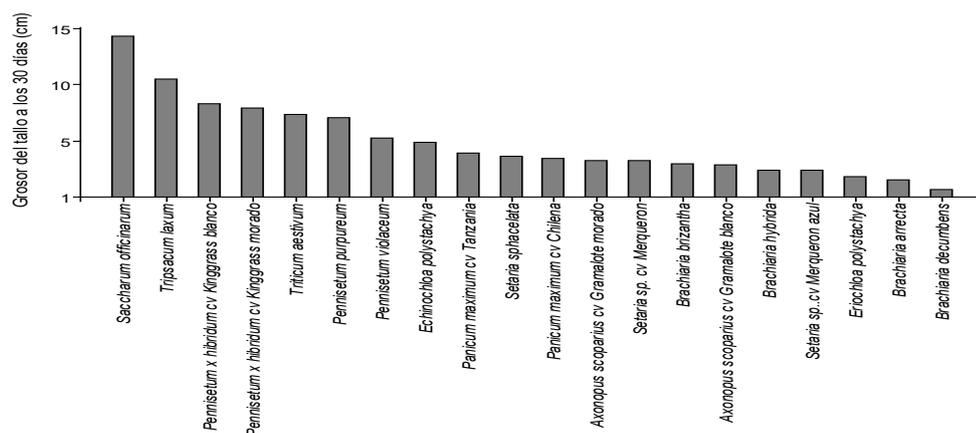


Figura 5. Grosor del tallo a los 30 días de siembra de las especies de gramíneas en bancos de germoplasma

Según los datos mostrados en la Figura 5 y Tabla 3, el mejor promedio del grosor del tallo a los 30 días lo obtuvieron: *Saccharum officinarum* (14,20 cm), *Tripsacum laxum* (10,60 cm) y *Pennisetum x hybridum* (8,50 cm).

## Largo y ancho de la hoja

Tabla 3. Largo y ancho de la hoja a los 50 días de siembra de las especies de gramíneas en bancos de germoplasma

Nombre científico	Largo de hoja	Ancho de hoja
	50 días de siembra	
<i>Saccharum officinarum</i>	108,5	3,9
<i>Echinochloa polystachya</i>	75,5	2,5
<i>Triticum aestivum</i>	82,0	3,2
<i>Panicum maximum cv tanzania</i>	81,5	2,9
<i>Panicum maximum cv chilena</i>	58,5	2,0
<i>Pennisetum x hybridum cv king grass morado</i>	77,5	2,0
<i>Pennisetum purpureum</i>	77,0	2,1
<i>Pennisetum x hybridum cv king grass blanco</i>	73,5	2,4
<i>Axonopus scoparius cv gramalote blanco</i>	45,5	2,1
<i>Pennisetum violaceum</i>	80,5	2,1
<i>Axonopus scoparius cv gramalote morado</i>	40,0	2,4
<i>Setaria sphacelata</i>	36,0	1,8
<i>Brachiaria hybrida</i>	39,5	2,1

Continúa...

<i>Brachiaria brizantha</i>	34,0	1,6
<i>Setaria</i> sp. cv merqueron azul	38,0	1,7
<i>Tripsacum laxum</i>	103,0	3,8
<i>Brachiaria decumbens</i>	27,0	1,7
<i>Setaria</i> sp. cv Merqueron	38,5	1,7
<i>Eriochloa polystachya</i>	30,0	1,8
<i>Brachiaria arrecta</i>	31,0	1,6

En las gramíneas los mayores promedios de largo y ancho de la hoja a los 50 días fueron: *Saccharum officinarum* 108,5 cm de largo y 3,9 cm de ancho, *Tripsacum laxum* 103 cm de largo y 3,8 cm de ancho, *Triticum aestivum* 82 cm de largo y 3,2 cm de ancho, *Panicum maximum* 81,5 cm de largo y 2,9 cm de ancho (Tabla 3).

### Valor nutritivo

En cuanto a cantidad de proteína la especie *Echinochloa polystachya* obtuvo 15,3 %; *Brachiaria hybrida* 15,0 %; y, *Pennisetum violaceum* obtuvo 14,8 % (Figura 6 y Tabla 4). Los mejores porcentajes obtenidos en fibra para las especies de gramíneas fueron los siguientes: *Pennisetum x hybridum* con 75,6 %; *Triticum aestivum* con 69,5 %; y, *Setaria sphacelata* con 69,4 % (Figura 7 y Tabla 4).

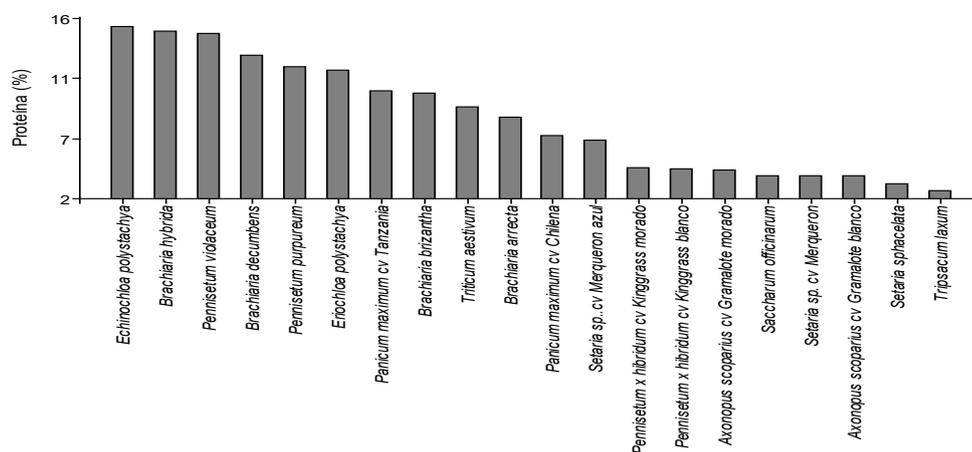


Figura 6. Porcentaje de proteína presente en las gramíneas establecidas en bancos de germoplasma

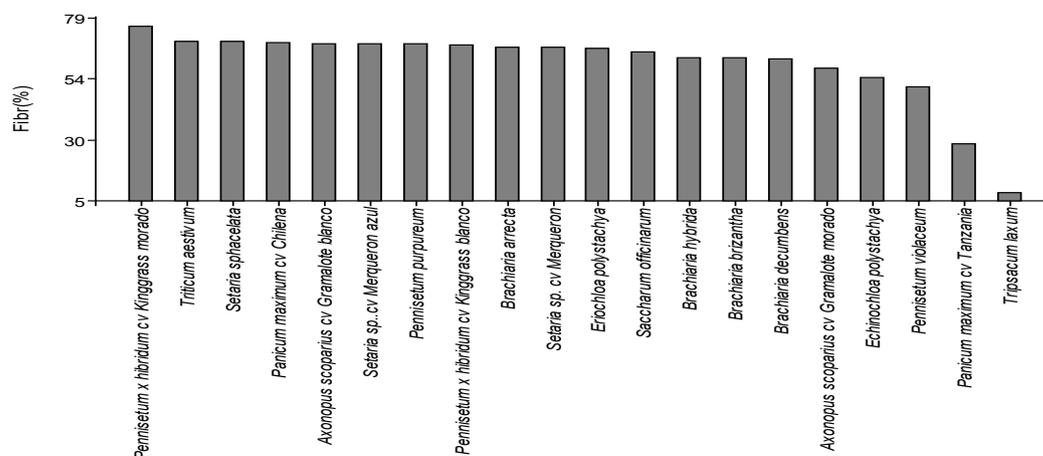


Figura 7. Porcentaje de fibra presente en las gramíneas establecidas en bancos de germoplasma

Tabla 4. Datos de variables en estudio de las especies de gramíneas recolectadas

Nombre común	Nombre científico	Prendimiento (%)	Rendimiento de biomasa (ton/ha/corte)	Número de brotes	Grosor del tallo a los 30 días (cm)	Proteína	Fibra
Kinggrass morado	<i>Pennisetum x hybridum</i> cv Kinggrass morado	77,5	85,3	7	8,2	4,7	75,6
Trigo forrajero	<i>Triticum aestivum</i>	30	20,4	3	7,6	9,3	69,5
Merqueron punta roja	<i>Setaria sphacelata</i>	52,5	38,6	11	4,1	3,5	69,4
Chilena	<i>Panicum maximum</i> cv Chilena	65,8	58,6	7	3,9	7,1	69,2
Gramalote blanco	<i>Axonopus scoparius</i> cv Gramalote blanco	80,8	64,5	9	3,4	4,1	68,6
Merqueron azul	<i>Setaria sp.</i> cv Merqueron azul	39,1	27,6	13	2,9	6,8	68,5
Elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	90	48,6	10	7,3	12,3	68,4
Kinggrass blanco	<i>Pennisetum x hybridum</i> cv Kinggrass blanco	89,1	81,6	8	8,5	4,6	68
Tanner	<i>Brachiaria arrecta</i>	90,8	26,7	11	2,1	8,5	67,1
Merqueron	<i>Setaria sp.</i> cv Merqueron	41,6	35,3	10	3,7	4,1	67
Janeiro	<i>Eriochloa polystachya</i>	72,5	11,3	14	2,4	12	66,9
Caña forrajera	<i>Saccharum officinarum</i>	30	116	5	14,2	4,1	65,1
Mulato	<i>Brachiaria hybrida</i>	88,3	30	15	2,9	15	63
Marandú	<i>Brachiaria brizantha</i>	90	39	14	3,5	10,3	63
Pasto dallis	<i>Brachiaria decumbens</i>	86,6	18,6	17	1,3	13,2	62,3

Continúa...

Gramalote morado	<i>Axonopus scoparius</i> cv Gramalote morado	70	31,5	14	3,7	4,5	58,7
Pasto alemán	<i>Echinochloa polystachya</i>	85,8	15,3	10	5,3	15,3	55
Maralfalfa	<i>Pennisetum violaceum</i>	92,5	101,7	10	5,6	14,8	51,2
Tanzania	<i>Panicum maximum</i> cv Tanzania	31,6	64,6	13	4,4	10,5	28,1
Guatemala	<i>Tripsacum laxum</i>	66,6	27,6	5	10,6	3	8,2

## DISCUSIONES

### Porcentaje de prendimiento

*Pennisetum violaceum* fue la especie que mejor respondió a esta variable de respuesta obteniendo un 92,5 % de prendimiento; resultados similares obtuvieron Cunuhay y Choloquina (2011) en un estudio realizado en Paute, Ecuador, quienes lograron un porcentaje de prendimiento del 95,5%. Y Calzada *et al.*, (2014) recomiendan el uso de esta especie por su amplio potencial de crecimiento y producción de biomasa.

### Altura de la planta

En cuanto a la altura de las gramíneas, *Echinochloa polystachya* alcanzó una altura de 67 cm a los 60 días de siembra, estos resultados son opuestos a los obtenidos por Manrique (2010) y Vergara *et al.*, (2005) quienes realizaron una evaluación del pasto alemán y señalan que entre 63 y 65 días obtuvieron una altura de 155,7 cm.; cabe destacar que los estudios realizados por Manrique (2010) y Vergara *et al.*, (2005) fueron realizados en suelos arcillosos y los suelos donde se realizó la presente investigación son de textura pedregosa, lo cual se podría atribuir esta diferencia de resultados a la calidad del suelo que influye en el tamaño y crecimiento de las plantas (Altieri, 1999). Entre muchos factores que podrían incidir en los diferentes resultados de las gramíneas en cuanto a altura, se podría atribuir a que existe una relación directa entre el crecimiento de la planta y el tipo de suelo, puesto que no todos los suelos son adecuados para pastoreo, pues los suelos pedregosos producen menor cantidad de forraje y suelos arcillosos producen cantidades más grandes (Bautista, 2005).

*Triticum aestivum* (trigo forrajero) alcanzó una altura de 52,5 cm a los 60 días de siembra, estos resultados son superiores a los obtenidos por Silva (2004) quien reporta una altura de 30 a 35 cm en 45 a 65 días después de la siembra, lo que permite obtener mayor rendimiento de biomasa que redundará en beneficio de la alimentación animal, haciendo especular en esta gramínea como una excelente alternativa en la alimentación del ganado en la zona de estudio. Sin embargo, aunque esta especie presentó una buena altura, en cuanto a prendimiento no reportó valores adecuados (30 %).

*Saccharum officinarum*, reportó una altura de 219,5 cm a 90 días de siembra, resultados similares a la presente investigación han sido encontrados por Avalos (2013) quien menciona que esta

especie puede alcanzar una altura de 150 a 400 cm durante su ciclo vegetativo. Estos resultados demuestran que esta gramínea tiene un comportamiento estable en los diferentes sistemas de cultivo con excelentes resultados.

### **Grosor del tallo**

La especie que obtuvo mayor grosor de tallo fue *Saccharum officinarum* alcanzando 14,2 cm, resultados que se muestran similares a los obtenidos por Leyva (2012) en su trabajo de investigación quien señala que el grosor del tallo alcanzado fue de 13,9 cm a los 90 días. Estos resultados positivos podría atribuirse a que este suelo tuvo mucha presencia de materia orgánica a efectos de que el experimento se realizó en un área que anteriormente hubo presencia de bosque, también permite destacar el comportamiento igualitario de esta gramínea en los diferentes tipos de cultivo.

### **Numero de brotes de la planta**

En número de macollos por planta, en las gramíneas estudiadas, los valores más altos lo obtuvo el pasto *Brachiaria decumbens*, con 17 brotes a los 60 días, Biblioteca del Campo (2002) describe que este pasto produce de 20 a 30 macollos a los 90 días; lo que nos permite relacionar un rendimiento inferior obtenido por otros autores como Mora (2013), quien ha realizado el conteo del número de macollos o brotes por metro cuadrado, dando un resultado de 210 a 490 macollos, parámetro que se evaluó cinco días antes del pastoreo. El pasto mulato *Brachiaria hybrida*, 15 macollos a los 60 días de siembra, en cambio Argel (2004), manifiesta que este pasto produce hasta 30 macollas a los 2 o 4 meses después de establecida, que igualmente se encuentra con valores superiores a los reportados en este trabajo. Y finalmente el pasto *Brachiaria brizantha* y *Axonopus* ambos con 14 macollos como promedio concordando con lo reportado por Ayala *et al.*, (2009), quienes manifiestan que esta especie presenta entre 2 y 12 macollos; encontrándose similitud de producción entre los resultados obtenidos en estas investigaciones.

### **Largo y ancho de la hoja**

En lo referente al tamaño de las hojas, a los 50 días *Saccharum officinarum* alcanzó 108,5 cm de largo y 3,9 cm de ancho; estos resultados obtenidos en la presente investigación no están alejados de resultados obtenidos por Rodríguez *et al.*, (2005) quienes reportaron a los 120 días que la hoja de *Saccharum officinarum* alcanzó hasta 200 cm de largo y de 3 a 7 cm de ancho; igualmente Leyva (2012) manifiesta que a los 90 días obtuvo un largo de hoja de *Saccharum officinarum* de 141 cm y 4,5 cm de ancho; lo cual está claro que las dimensiones pueden cambiar en cada variedad y según la edad de la planta. En el pasto *Tripsacum laxum* sus hojas midieron 103 cm de largo y 3,8 cm de ancho a los 50 días, en este mismo sentido Vargas *et al.*, (2011) reportó que este pasto en condiciones de fertilizado con nitrógeno, fosforo y potasio (NPK) alcanzó 3 m de altura y una producción de hojas de 1,2 m de largo y 9 cm de ancho. Esta variabilidad puede ser atribuida a la diferencia de rendimiento en potreros fertilizados.

## Rendimiento de biomasa

En lo relacionado al rendimiento de biomasa de las gramíneas, las que mejores resultados alcanzaron fueron: *Saccharum officinarum* con 116 ton/ha/corte, resultados similares a los encontrados en la presente investigación también encontró Albarracín *et al.*, (2004) y menciona que esta especie presenta gran potencial para la alimentación de los bovinos por sus características de producción, calidad nutricional y altos rendimientos de biomasa.

En cuanto al pasto *Pennisetum violaceum* se encontró un rendimiento de 101,7 ton/ha/corte a los 90 días; Cerdas y Ramírez (2014), manifiestan que los cultivares de *Pennisetum violaceum* producen de 30,7 y 37,9 toneladas de forraje verde cortado a los 45 días de edad, obviamente rendimiento inferior al obtenido en el presente trabajo, de lo que se deduce que mientras más tierno sea el pasto menor es la cantidad de producción de biomasa. *Pennisetum x hybridum*, mostró una producción de 85,3 ton/ha/corte, en tanto que Araya y Boschini (2005), indican que este pasto alcanza una producción de 68,174 ton/ha/corte a los 140 días de edad; esta diferencia se puede deber a que esta gramínea forrajera está bien adaptada en la Amazonía Ecuatoriana.

## Valor nutritivo de las gramíneas

Según Carrero (2012) hay tres factores importantes que tienen que ver con el valor nutritivo de las especies forrajeras que son: fertilidad del suelo, condiciones climáticas, edad fisiológica de la planta y al manejo que está sometida. De tal manera que a medida que madura la planta pierde valor nutritivo y su digestibilidad especialmente con lo que tiene que ver con su contenido proteico y de fósforo. En el presente estudio *Brachiaria decumbens* obtuvo un valor nutritivo de 12,2 % de proteína y 62,3 % de fibra, hecho que se justifica con lo manifestado por Conrrado *et al.*, (2003) que manifiestan que las especies de *Brachiaria* presentan muchas dificultades de baja de producción a medida que transcurre el tiempo de su empleo, cuando se emplean animales a pastoreo libre. Resultados que difieren con los obtenidos por Coca (2012), quien presenta un valor proteico de 8,32 % y 21,40 de fibra. Sin embargo, Vega *et al.*, (2006), determina en sus estudios realizados por el CIAT en Colombia han reportado contenidos de 12 a 15 % de proteína cruda y hasta un 60 % de digestibilidad de la materia seca, superando a numerosas forrajeras tropicales, parámetro que se ajusta a la realidad del sur de Ecuador.

En lo referente al contenido de proteína cruda, *Pennisetum violaceum* presentó 14,8 %. En los laboratorios de nutrición animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH (2009), se registra que esta gramínea a los 70 días tiene 15,6% y a los 90 días 11,9% de proteína cruda, deduciéndose que más tierna, tiene más proteína y conforme avanza la madurez disminuye el nivel de proteína tornándose más fibrosa. Lino *et al.*, (2012) dicen que en este cultivar en época seca, el contenido de proteína de la hoja presentó valores estadísticamente más altos a los 30 días de edad (12,03 %) y los valores más bajos se encontraron para 90, 120 y 150 días (8,24 %; 8,17 % y 8,12 % respectivamente), los cuales fueron estadísticamente similares entre sí pero inferiores a los reportados en el presente trabajo.

*Panicum maximum* logró 10,5 % de proteína y 28,1 % de fibra, Verdecia (2008), manifiesta que la proteína bruta disminuye con la edad y su mejor comportamiento es a los 30 días con 11,6 % y los más bajos a los 105 días con 5,3 %; en cambio, el porcentaje de fibra bruta aumenta con la edad a los 30 días (16,8 %) y a los 105 días (29,0 %), porcentajes similares a los presentados en este estudio; el hecho que la proteína disminuya con la edad puede estar relacionado con la reducción de la síntesis de compuestos proteicos. Además, a una mayor edad decrece la cantidad de hojas, se incrementa la síntesis de carbohidratos estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina) y disminuye la calidad del pasto.

## CONCLUSIONES

El mayor valor nutritivo corresponde a *Echinochloa polystachya* por su elevado contenido de proteína y fibra seguido de *Pennisetum violaceum*.

El mayor valor en prendimiento y rendimiento de biomasa es la especie *Pennisetum violaceum*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albarracín, L., (2004). Ajuste y Transferencia en Tecnología de Producción, Ensilaje, Ripiado y Secado de la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*) para Fincas Ganaderas de la Región Caribe, Llanos Orientales y Magdalena Medio. *Corpoica*.
- Altieri Miguel, (1999). *Agroecología Bases Científicas para una Agricultura Sustentable*. Editorial Nordal-Comunidad. Montevideo.
- Argel Pedro J., Miles John W., Guiot Jorge D., Cuadrado H., Lascano Carlos. E. (2004). *Cultivar Mulato*, Centro Internacional de Agricultura Tropical Cali, Colombia.
- Araya Mora Maritza y Boschini Figueroa Carlos, (2005). Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de *Pennisetum purpureum* en la meseta central de Costa Rica. *Agroonomía Mesoamericana*, vol. 16, núm. 1, enero-junio, pp. 37-43 Universidad de Costa Rica Alajuela, Costa Rica.
- Avalos Pozuelos Pablo Guillermo Avalos, (2013). Comparación de los ensilajes de maíz (*Zea mays*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) como forrajes en dietas de levante de terneros pos destete. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras.
- Ayala N., Izquierdo C., Paladino F. (2009). Producción y utilización de pastizales en cinco zonas agroecológicas del Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería MAGAP, REPAAN. Quito.
- Bautista, S., 2005. *Evaluación de Tierras para la Implementación de Sistemas Silvopastoriles en la Región Pacífico Central de Costa Rica*. Tesis-CATIE. Turrialba, Costa Rica
- Calzada Marín, Jesús Miguel, Javier Francisco Enríquez Quiroz, Alfonso Hernández Garay, Eusebio Ortega Jiménez, Sergio I. Mendoza Pedroza. (2014). *Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (Pennisetum sp.) en clima cálido subhúmedo*, Revista mexicana de Ciencias Pecuarias. México, INIFAP. ISSN 2448-6698
- Carrero, J. (2012). Importancia de las Leguminosas Forrajeras. En línea, citado el: 12 de Octubre de 2017. Disponible en: <https://buenaproduccionanimal.wordpress.com/2012/03/16/importanciade-las-leguminosas-forrajeras-2/>.

- Cerdas y Ramírez 2004. Comportamiento Productivo del Pasto Maralfalfa (*Pennisetum sp.*) con varias dosis de Fertilización Nitrogenada. Portal de Revistas Académicas. Costa Rica.
- Coca, M. (2012). Sistemas de engorde de toretes mestizos en el trópico húmedo. Riobamba, Ecuador: Escuela superior Politécnica del Chimborazo. Ecuador, 2012. pág. 46.
- Conrado, B. (2003). Evaluación en Centroamérica del híbrido de *Brachiaria cv mulato*. Informe anual (CIAT).
- Cunuhay, J. A. y Choloquina, M. T. (2011). Evaluación de la adaptación del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) en dos pisos altitudinales con tres distancias de siembra en el Campus Juan Lunardi y Naste del cantón Paute. Tesis de Ingeniero Agropecuario Industrial. Cuenca, Ecuador. 112 pp.
- ESPOCH, (2009) Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias Riobamba, Ecuador.
- INIAP-GTZ. (2000). Primer seminario nacional de investigación en agroforestería. Memorias. Santo Domingo. Ecuador. 67 p.
- Leyva, J. G. (2012). Evaluación de variedades de caña forrajera en las condiciones edafoclimáticas del norte de Las Tunas, Universidad de Matanzas, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Cuba.
- Lino, (2012) Producción y calidad del pasto maralfalfa (*Pennisetum sp*) durante la época seca. Quehacer Científico en Chiapas págs. 38-46
- Manrique, L. P. (2010). Universidad Nacional de Colombia. Análisis de la Evaluación del pasto alemán, (*Echinochloa polystachya*) (*H.B.K*) Hicth cultivado en suelo arcilloso bajo cuatro frecuencias de corte. Valle del Cauca, Colombia.
- Mora, J. M. (2013). Efectos de aplicación de fitohormonas sobre el crecimiento y rendimiento de forraje del pasto *Dallis* (*Brachiaria decumbens*), en la zona de Febres-cordero, provincia de Los Ríos. Tesis ingeniero agropecuario Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Ingeniería Agropecuaria Babahoyo, Ecuador.
- Rodríguez Nodals Adolfo y Sánchez Pérez Pedro. (2005). Especies de frutales cultivadas en la agricultura urbana Tercera Edición La Habana, Cuba.
- Silva Sáenz René A. (2004). Fichas tecnológicas, Sistema de Producción de forrajes Coahuila S-92, trigo para la producción de forraje INIFAP: Zaragoza, España.
- Valarezo, José. María, (2012). Rendimiento y valoración nutritiva de especies forrajeras arbustivas establecidas en bancos de proteína, en el sur de la Amazonía Ecuatoriana, Universidad Nacional de Loja Revista CEDAMAZ Loja, Ecuador.
- Vargas Rodríguez Claudio Fabián, y Boschini Figueroa Carlos, (2011). *Rendimiento del Trypsacum laxum* fertilizado con NPK Universidad de Costa Rica. Revista Agronomía mesoamericana 22(1):99-108. 2011, ISSN: 1021-7444
- Verdecia Danis M, Ramírez Jorge L, Leonard Ismael, Pascual Yoandris y López Yoel (2008). *Rendimiento y componentes del valor nutritivo del Panicum máximum cv. Tanzania*. Universidad de Granma Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, Cuba, REDVET. (9) 5
- Vergara, J. (2005). Efecto de la suplementación con leucaena (*Leucaena leucocephala lam. de wit*) sobre la degradabilidad ruminal del pasto alemán (*Echinochloa polystachya* H.B.K. Hitch). Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XVI, N° 6, Universidad Nacional Experimental Sur del Lago, Venezuela.

# Posibilidades de comercialización de bonos de carbono del bosque seco de la provincia de Loja, Ecuador.

## Possibilities of commercialization of carbon credits of the dry forest of the province of Loja, Ecuador

*Nathalie Aguirre P.<sup>1\*</sup>  
Alex Erazo L.<sup>2</sup>,  
Julio Granda P.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Master en Economía y Administración Agrícola, Loja, Ecuador

<sup>2</sup>Docente-Investigador de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, Riobamba, Ecuador

<sup>3</sup>Economista, UTPL

\*Autor para correspondencia: niap2701@hotmail.com

RECIBIDO: 10/10/2017

APROBADO: 03/12/2017

### RESUMEN

Los bosques secos de la provincia de Loja son ecosistemas importantes por su diversidad biológica, pero soportan la extracción selectiva de madera, conversión de uso para la agricultura, y sobrepastoreo de ganado caprino, los mismos que son escasamente valorados por la población local. En éste bosque seco se han realizado estudios de florística, pero escasamente se han analizado la parte productiva y económica. Para la elaboración del plan de negocios se usaron los datos de la valoración económica del servicio ambiental captura de carbono del componente leñoso del bosque, que indican que existe un reservorio de 118,44 tCO<sub>2</sub>e/ha, considerando una fase piloto de 50 000 hectáreas de bosque seco (Mangahurco), con un porcentaje de incertidumbre del 40 %, significa 71,06 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e/ha) dando un total de 3 553 200 certificados emitidos para negociar, a un precio referencia de USD 5 por certificado, lo cual da un valor económico por el servicio ecosistémico de USD 17 766 000. Los certificados de carbono (VERs) esperan ser comercializados en mercados voluntarios, permitiendo que los GADs cantonales, mancomunidad de bosque seco y las comunidades dispongan de recursos económicos que permita la ejecución de proyectos productivos en beneficio de la población local, para el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la población local, a través de la generación de alternativas económicas y la conservación del bosque seco.

**Palabras clave:** Valoración económica, bosques secos, certificados de reducción de emisiones, plan de negocios, conservación del bosque seco.

## ABSTRACT

The dry forests of the province of Loja are important ecosystems because of their biological diversity, but they support the selective extraction of wood, use conversion for agriculture, overgrazing of goats and are scarcely valued by the local population. They have been studied floristically, but scarcely the productive and economic part. For the preparation of the business plan, the data of the economic valuation of the environmental service carbon capture of the woody component of the forest were used, indicating that it is the reservoir of 118,44 tCO<sub>2</sub>e / ha, considering a pilot phase of 50 000 hectares of dry forest (Mangahurco), with a percentage of uncertainty of 40 %, means 71,06 tons of CO<sub>2</sub> equivalent (CO<sub>2</sub>e / ha) giving a total of 3 553 200 certificates issued to negotiate, at a reference price of \$ 5, which gives an economic value for the ecosystem service of \$ 1 776 600; in addition, the results of the perception of authorities and local population, the SWOT of the communities; estimation of supply and demand for carbon certificates (VER). The business plan to market the VERs will be for the voluntary markets, this will allow the cantonal GADs (Decentralized Autonomous Governments), the Dry Forest Commonwealth and the communities to have the economic resources that allow the execution of productive projects for the benefit of the local population, for the improvement of the socioeconomic conditions of the local population, through the generation of economic alternatives and the conservation of the dry forest.

**Keywords:** Economic valuation, dry forests, emission reduction certificates, business plan, dry forest conservation.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques secos de la provincia de Loja son ecosistemas importantes por su diversidad, pero evidencian degradación debido a las actividades económicas preponderantes como: extracción selectiva de madera, conversión de uso para la agricultura y sobrepastoreo con ganado caprino y vacuno y, escasa valoración por parte de la población local.

Los bosques secos de la provincia de Loja han sido objeto de estudio e investigaciones desde el punto de vista florístico y de vegetación, pero la parte productiva se ha descuidado. De ahí la importancia de generar información sobre la valoración económica de uno de los servicios ambientales que provee, que permita a instituciones públicas y privadas tomar decisiones que deriven en la ejecución de proyectos productivos dirigida al mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la población local. Con esta investigación se determinó la biomasa forestal del bosque seco y se estimó la captura de carbono del bosque seco de la provincia de Loja y la valoración económica del servicio ambiental captura de carbono. Esta información es útil para la zona estudiada y el país, permitiendo su valoración ecológica y económica en el mercado internacional y de alguna manera contribuir a la economía de la zona, también es importante porque una vez conocido el valor económico del bosque seco, por la captura de carbono, mediante la aplicación de mecanismos internacionales para que diversos países puedan comprar y vender servicios de captación de CO<sub>2</sub>, siendo una fuente importante de financiamiento para proteger los bosques y así planificar e implementar alternativas como la negociación de los bonos de carbono en mercados internacionales, que vayan de la mano con la conservación de los ecosistemas. Según Gallegos

(2012), menciona que en Ecuador: “El mercado de carbono está presente desde el año 2003; es decir, se desarrollan proyectos de mecanismos de desarrollo limpio (MDL), el cual ha estado en constante crecimiento, por ejemplo el Estado ecuatoriano aspira recibir 4,6 millones de dólares anuales durante diez años por reducir más de 400 000 toneladas de emisiones de carbono, gracias al proyecto a escala nacional de uso de focos ahorradores, de bajo consumo de electricidad, éste fue el primer proyecto MDL registrado por el estado ecuatoriano; sin embargo, es importante recalcar que en este momento están presentados alrededor de 80 proyectos MDL, en el Ministerio de Ambiente del Ecuador, donde se realizan transacciones de montos significativos por la iniciativa del Estado como del sector privado, es por ello que es evidente que este mercado está en constante crecimiento” (p. 3). En Ecuador podría aprovechar íntegramente este mercado con proyectos novedosos como las estimaciones y comercialización de carbono por parte de los bosques secos de la provincia de Loja, que servirán como modelo para otros sectores que posean bosque en el Ecuador. Este artículo presenta la valoración ecológica y económica del servicio ambiental captura de carbono de los bosques secos de Loja, y su uso en la generación de un flujo de ingresos que permitieron realizar un análisis de la oferta, demanda, precio y comercialización de los bonos de carbono, cuyo propósito es buscar su comercialización que permitan ingresos monetarios para el mejoramiento de la calidad de vida de la población local involucrada y contribuir a la conservación de los bosques secos de la provincia de Loja.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se ejecutó en el bosque seco de la provincia de Loja, localizado entre 190 a 1000 msnm, en los cantones Zapotillo, Macará, Puyango, Paltas, Pindal, Célica y Sozoranga, que comprende parte de la Reserva de Biosfera Bosque Seco, reconocida desde junio del 2014. La provincia de Loja tiene 11 000 km<sup>2</sup> de éstos 3 100 km<sup>2</sup> son bosque seco, ubicados en el extremo sur del Ecuador en el límite con el Perú (Figura 1) (Aguirre *et al.*, 2013).

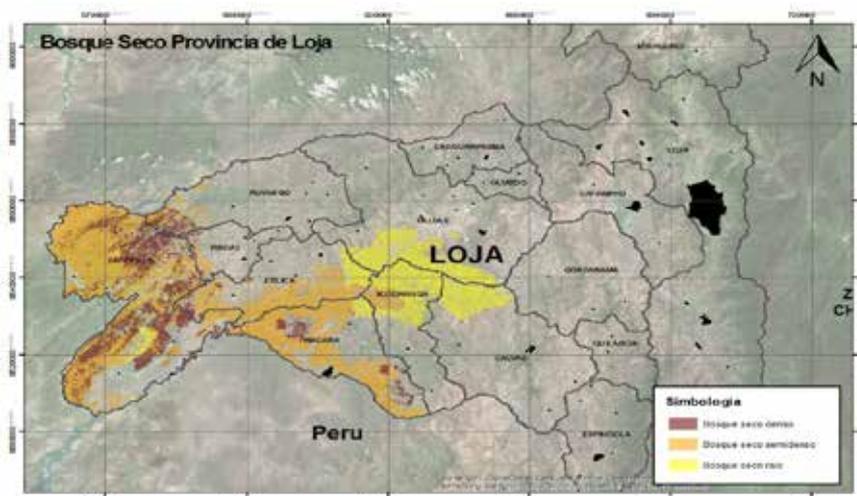


Figura 1. Localización de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador.

## **Elaboración de la propuesta de comercialización para el servicio ambiental captura de carbono**

El análisis se realizó en base a los resultados obtenidos en la investigación para medir la captura de carbono del bosque seco de la provincia de Loja, se usó el Plan de Negocios BioSur de Aguirre *et al.*, (2010), el cual contempla análisis importantes a realizarse como parte de una propuesta para negociar los bonos de carbono.

### **Análisis de Oferta**

Los productos de la oferta a los mercados de carbono son los certificados de carbono generados por los bosques secos de la provincia de Loja. El total del área para la ejecución del proyecto, es el bosque seco de la provincia de Loja que suma 3 100 km<sup>2</sup> considerando las reservas de carbono que se obtengan en este estudio de los bosques secos, tomando en cuenta solo el compartimento leñoso (fuste, raíz y copa). Para realizar los cálculos financieros del proyecto, se considera un escenario moderado, se considera el aprovechamiento del 16 % del potencial de los bosques secos valorados en Loja, con el factor de conversión del 32,9 por cada hectárea (reservorio de carbono), y como es una primera etapa del proyecto se trabajará con un nivel de incertidumbre del 40 % que permita desarrollar la propuesta y la socialización del proyecto con toda la población de los siete cantones de la provincia de Loja que poseen bosque seco.

### **Análisis de la competencia**

Los principales competidores constituyen los brokers y empresas internacionales que están comercializando certificados de carbono. En este contexto el proyecto, pretende ser una iniciativa que fomente la creación de vínculos directos entre productores y compradores e incluso establecer alianzas estratégicas con brokers internacionales con el objetivo de captar mayor mercado. Sumando el valor agregado de que será un proyecto que beneficiará directamente a la población local y mancomunidad.

### **Análisis de Demanda**

Los certificados, estarán dirigidos al mercado voluntario de certificados de carbono, se ha identificado dos segmentos potenciales, que se detallan:

- Empresas nacionales e internacionales tanto del sector público como privado que en sus procesos de producción mantengan altos niveles de emisión de gases de efecto invernadero.
- Países industrializados con altos niveles de contaminación como Alemania, Noruega, Holanda y Estados Unidos.

Para la elaboración de la propuesta de comercialización se realizó un taller en el GAD Municipal de Macará con la participación de líderes comunitarios, presidentes de Juntas Parroquiales, GAD de los cantones de bosque seco Zapotillo, Macará, Céllica, Puyango, Sozoranga, Paltas y Pindal, la Mancomunidad de Bosque Seco. En primera instancia se socializó los resultados de la valoración;

y, se obtuvo la percepción ambiental del valor ambiental que la población local da a este servicio luego del estudio.

En las reuniones con personal de los GADs municipales en los cantones visitados, se aplicó un total de 8 entrevistas. Por otra parte, se aplicó encuestas, a la población mayor de 18 años de los 7 cantones de la provincia de Loja dentro del bosque seco, en base al Censo de Población y Vivienda (INEC, 2010), y las proyecciones referenciales de población a nivel cantonal-parroquial 2010-2020 (SENPLADES, 2013). La población objetivo se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Cálculo de población objetivo para las entrevistas de actores del bosque seco.

Cantón	Población total por cantones		% Población de 18 años y más	Población objetivo
	2010	2017		
Pindal	8 983	10 093	58,87	5 942
Macará	19 877	20 242	61,62	12 473
Zapotillo	12 820	13 918	60,95	8 483
Paltas	24 960	24 017	60,31	14 485
Alamor	16 240	16 092	61,74	9 935
Sozoranga	7 840	7 362	60,55	4 458
Celica	15 091	15 904	59,84	9 517
Total población objetivo				<b>65 292</b>

Fuente: Censo de Población y Vivienda – INEC, 2010; SENPLADES, 2013.

Determinada la población objetivo, se procedió a calcular la muestra, en base a la fórmula utilizada cuando se conoce la población objetivo (Aguilar, 2005):

Dónde:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

n = muestra  
 N = población  
 Z = nivel de confianza (%)  
 e = error máximo permitido (%)  
 p = proporción aproximada del fenómeno en estudio en la población de referencia  
 q = proporción de la población de referencia que no presenta el fenómeno en estudio (1 -p).

Para la investigación, se consideró un margen de error del 10 %, un nivel de confianza de 90 % valores que se encuentran dentro de los parámetros de estudios sociales; además considerando que el objetivo de la investigación no es la aplicación de encuestas en base al cálculo de una muestra, sino lo que se busca es contar con la percepción de parte de la población que habita en los cantones antes mencionados:

$$n = \frac{44,171}{654} = 68$$

El total de población a encuestada es de 68 personas, datos que sirvió como referente para obtener las perspectivas de la población para sustentar la presente investigación. Además, se realizó un análisis de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) con énfasis en la captura de carbono y las posibilidades y voluntad política de plantear el plan de negocios que permita lograr el reconocimiento institucional y comunitario de los bosques secos.

Con esta información se elaboró la propuesta de comercialización que sustenta la valoración del servicio ambiental, su reconocimiento y posibilidades que representa para mejorar el nivel de vida de la población que vive en esta zona deprimida del Ecuador y, que posee una de las mejores muestras representativas de bosque seco del Ecuador.

## ■ RESULTADOS

### Análisis de la Oferta

La oferta del presente proyecto son los certificados de carbono generados por los bosques secos de la provincia de Loja, los cuales están caracterizados por su biodiversidad. El total del área para la ejecución del proyecto, es el bosque seco de la provincia de Loja que suma 3 100 km<sup>2</sup>, considerando las reservas de carbono existentes solo en el compartimento leñoso (fuste, raíz y copa) del bosque.

### Ventas de los VERs del bosque seco

Para realizar el cálculo de las ventas, se investigó a través de la web, con el fin de disponer de precios de mercado en la bolsa internacional de certificados de carbono, así como también el valor de los porcentajes por acompañamiento en la obtención de los certificados. En la tabla 2 se detalla el proceso para el cálculo de captura de carbono a través de bosques secos de la provincia de Loja.

Tabla 2. Número de certificados por tonelada de CO<sub>2</sub> equivalente por hectárea

<b>Total hectáreas</b>	<b>310 000</b>
<b>ETAPA 1 (16 % del total de bosque seco) hectáreas</b>	<b>50 000</b>
<b>Carbono acumulado por hectárea</b>	<b>32,90</b>
<b>Toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>e/ha) (= C/ha x 3,6)</b>	<b>118,44</b>

Con el fin de realizar proyecciones financieras moderadas, se decide proyectar únicamente el proyecto basado en el área donde *Handroanthus chrysanthus* es abundante y está mejor conservado, que comprende 50 000 hectáreas de bosques a los cuales la población local los valora y cuida, ya que representa ingresos económicos para ellos, a esta proyección se denomina Fase I.

### Análisis de la Demanda

La propuesta se basa en la comercialización de certificados de carbono a empresas y países con altos niveles de contaminación, conscientes de la problemática ambiental y que se puedan manejar en el mercado voluntario de certificados de carbono.

Los demandantes constituyen países y empresas privadas que quieren aportar al cuidado del ambiente las cuáles no sólo compran certificados de carbono, sino que podrán contar con la oportunidad de tener acceso a la biodiversidad de la región, a la vez que con una parte de los ingresos realizar actividades de conservación de los recursos de la zona.

Las empresas y países a más de comprar VERs, son actores principales del desarrollo socioeconómico de las comunidades pertenecientes a los bosques secos, debido a que se ha contemplado que un porcentaje de los ingresos generados sean distribuidos a las comunidades y a los GADs.

Los certificados provenientes del bosque seco, estarán dirigidos al mercado voluntario de certificados de carbono, se ha identificado dos segmentos potenciales, que son:

- Empresas nacionales e internacionales tanto del sector público como privado que en sus procesos de producción mantengan altos niveles de emisión de gases de efecto invernadero.
- Países industrializados con altos niveles de contaminación.

### **Análisis de la Competencia**

Los principales competidores constituyen los brokers y empresas internacionales que están comercializando certificados de carbono. Se presenta las principales empresas y/o brókeres que operan a nivel internacional y que pueden servir como enlace para futuras negociaciones.

- AgCert ([www.agcert.com](http://www.agcert.com))
- Atmosfair ([www.atmosfair.de](http://www.atmosfair.de))
- Climate Care ([www.climatecare.org](http://www.climatecare.org))
- Native Energy ([www.nativeenergy.com](http://www.nativeenergy.com))
- Sustainable Travel ([www.sustainabletravelinternational.org](http://www.sustainabletravelinternational.org))
- Ecosecurities ([www.ecosecurities.com](http://www.ecosecurities.com))
- Tree Banking (<http://treebankinginc.com>)
- Prima Klima Weltweit ([www.prima-klima-weltweit.de](http://www.prima-klima-weltweit.de))
- Balance Carbon ([www.balancecarbon.com](http://www.balancecarbon.com))
- Green Carbon ([www.greencarbon.co.nz](http://www.greencarbon.co.nz))
- Carbon Friendly ([www.carbonfriendly.com](http://www.carbonfriendly.com))
- World Land Trust ([www.worldlandtrust.org](http://www.worldlandtrust.org))
- Enviro Friendly ([www.enviro-friendly.com](http://www.enviro-friendly.com))
- ClearSky Climate Solutions ([www.clearskyclimatesolutions.com](http://www.clearskyclimatesolutions.com))

El listado anterior, constituye la competencia a nivel internacional, pero también podrían ser aliados estratégicos por cuánto ninguno tiene presencia en Ecuador. Esta debe ser concebida como una oportunidad de negocio, por cuánto para lograr estándares internacionales, se debe iniciar con empresas que ya estén en el mercado.

## Modelo de Negocio

El modelo de negocio que se plantea, es ser una empresa oferente en el mercado voluntario de comercialización de VERs y los productores de estos certificados que en este caso lo componen los dueños de bosques que son las comunidades y personas naturales que habitan el bosque seco (Mancomunidad del Bosque Seco) y que desean desarrollar este negocio.

Los gobiernos autónomos locales son aliados estratégicos debido a que al ser un sector estratégico por la nueva ley de empresas públicas se debe tener como socio a un gobierno local (Aguirre *et al.*, 2010). La cadena de valor en donde se refleja el modelo de negocio planteado, se presenta en la Figura 2.

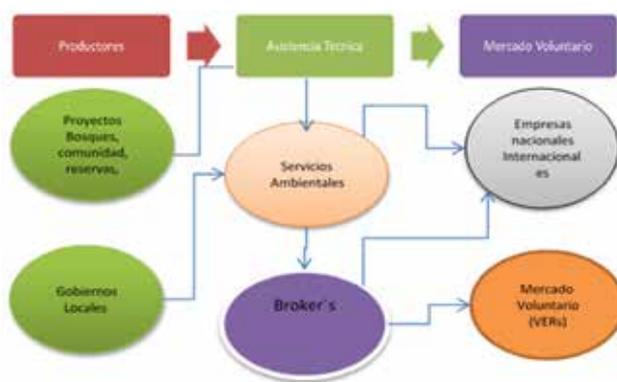


Figura 2. Cadena de Valor del Mercado Voluntario de carbono

Los certificados provenientes del bosque seco, estarán dirigidos a mercados voluntarios de certificados de carbono: empresas internacionales, estados con compromisos de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero y con alta responsabilidad ambiental. Las características del modelo de negocios y porque se eligió desarrollar en el mercado voluntario de carbono son:

- Mayor potencial para implementar proyectos pequeños con altos beneficios para la comunidad local en países de bajos ingresos.
- Procedimientos menos burocráticos por lo tanto menores costos de transacción (certificación).
- Mayor flexibilidad lo que permite la inclusión de proyectos de diferente tipología.
- Financiación extra para proyectos de cooperación.
- Tecnologías limpias para los más pobres y mejora de servicios energéticos

Dentro del modelo, también se encuentra la participación de los propietarios del bosque seco, estos porcentajes se asignarán de acuerdo a las siguientes condiciones:

- *Regalías a propietarios de los bosques (50 %)*: se ha asignado el mayor porcentaje debido a que son los dueños del bosque, por lo mismo se considera una retribución económica que incentive a participar activamente y contribuir a la conservación del bosque.
- *GAD's Municipales (5 %)*: para que con estos fondos puedan realizar proyectos que se encuentren dentro de sus Planes de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, enfocados en la pro-

tección de cuencas hídricas, disminución de la huella de carbono, entre otros.

- *Mancomunidad Bosque Seco (5 %)*: para que realice la asesoría, seguimiento y garantizar que los recursos sean invertidos adecuadamente. Además, para que se plantea concursos de proyectos que incentiven a la población a conservar el ambiente, y así lograr la institucionalización entre gobierno, mancomunidad y habitantes.
- *Bróker*: será un porcentaje fijo por la colocación de VERs en el mercado voluntario. Se ha establecido en 10 % del total de ingresos, se podría negociar dentro del contrato.
- *Gastos administrativos*: se prevé el 30 % para cubrir con los gastos administrativos, gastos financieros de la propuesta, tanto el pago del capital como del interés.

### Análisis FODA

Las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se analizaron son:

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitución, PNBV, promueven la lucha contra el cambio climático y la conservación del patrimonio natural.</li> <li>• Se cuenta con la valoración ecológica y económica del bosque seco de la provincia de Loja.</li> <li>• Hectáreas de bosques secos conservadas por la presencia de <i>Handroanthus chrysanthus</i> (guayacán).</li> <li>• Líderes comunitarios -Mancomunidad Bosque Seco</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capital humano disponible en el mercado nacional</li> <li>• Apoyo técnico y logístico de la Mancomunidad Bosque Seco para el desarrollo del proyecto de emisión de certificados de carbono.</li> <li>• La existencia de la empresa FactorCO<sub>2</sub> que ofrece servicios técnicos de consultoría y de mercado</li> <li>• Apoyo del Ministerio del Ambiente</li> </ul>
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barreras de entrada, altos costos de inversión y costos de transacción hasta desarrollar el proyecto.</li> <li>• Desconocimiento del proceso para ofertar certificados de carbono, mediante la preservación del bosque seco.</li> <li>• Pobladores de las comunidades desconocen de las potencialidades del bosque, especialmente en aspectos de prestación de servicios ambientales.</li> <li>• Problemas Socio culturales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de capital para iniciar el proyecto.</li> <li>• Factores climáticos de sequía podrían afectar a la población y se vean obligados a dañar el bosque.</li> <li>• El largo y costoso proceso para la emisión de los certificados de reducción de emisiones.</li> <li>• Los precios actuales son los más bajos registrados desde el 2008, por lo que se corre el riesgo de que bajen aún más y la negociación se paralice.</li> </ul>

### Percepción de la población de la zona con respecto a la valoración ecológica y económica del bosque seco

Se socializó los resultados obtenidos para asignar un valor ecológico y económico que tiene el bosque seco de la provincia de Loja; y, el 100 % de las respuestas indican que es muy importante ejecutar medidas para la conservación del bosque.

Y el 100 % de la población está de acuerdo con que se deben iniciar actividades que permitan mejorar el estado de conservación del bosque. Ya que esto permitiría mejorar su calidad de vida, al recibir un porcentaje de la venta de certificados de carbono que provee sus bosques por la captura

de carbono.

Se planteó tres actividades que podrían realizar como habitantes del bosque seco, el 80 % de los encuestados respondió, que ellos aportarían con el uso sostenible del bosque, ya que sus ingresos económicos están ligados al bosque, por lo que no podrían dejar de tocar al bosque en su totalidad, sin aprovechar los productos que se encuentran en él, especialmente productos diferentes de la madera, pero aseguraron estar dispuestos a mejorar la forma de aprovechamiento de los recursos (bienes ambientales) del bosque. Mientras que el 20 % afirmó que podrían dedicar su actividad económica al servicio turístico, aprovechando la belleza escénica del bosque seco, sin embargo, para este tipo de actividad también se necesitaría el apoyo económico (ajustes de lugar) y técnico (capacitaciones) de las autoridades locales.

Al consultar sobre si conocen de alguna institución gubernamental o no gubernamental que trabaje en la conservación del bosque seco de la provincia de Loja, el 80 % de los encuestados reconocen la acción de Naturaleza y Cultura Internacional, Ministerio del Ambiente, Ministerio de Turismo, Secretaría Nacional de Agua (SENAGUA) y Municipios de los cantones. El 90 % conocen que la fundación Naturaleza y Cultura Internacional ha comprado cientos de hectárea de bosque seco en Zapotillo y Macará para proteger, lo cual no es del agrado de la población, ya que si bien es cierto se protege el bosque, no obstante, ellos quedan sin una fuente de ingresos, al dejar de explotar el bosque.

El 100 % de los encuestados coincide que el MAE solo se dedica hacer control y prohibición, lo cual no es bien visto por la población.

El 100 % de la población encuestada poseen propiedades, en cuyos territorios existe extensiones de bosque seco que está en buen estado de conservación, información que es de importancia, ya que, si se desea establecer un plan de negocios que reconozca la valoración comunitaria del servicio ambiental captura de carbono, es necesario contar con el interés y participación de la población y que esté dispuesta a conservar o a hacer uso racional de los recursos del bosque

## **Aspectos Financieros**

### **Inversión Inicial**

Se ha considerado aspectos importantes e imprescindibles para el monto total de la inversión inicial necesaria para poner en marcha la propuesta de comercialización, incluyen valores por concepto de infraestructura necesaria para el montaje de la oficina en donde se desarrollará el monitoreo y los contactos respectivos, permisos, gastos de constitución y el capital de trabajo, por un monto de \$ 466 916, esto se encuentra detallado en el anexo 1.

### **Gastos de Administración**

El proyecto contempla establecer una estación en campo, ubicada dentro de la zona de influencia del proyecto a desarrollar, esta oficina estará compuesta de un gerente de campo y 10 técnicos especializados en desarrollo comunitario y protección ambiental, con el fin de dar sostenibilidad al proyecto; y guiar a la población sobre el cuidado del bosque para no perder el valor actual, gastos

detallados en el anexo 2.

### Precio por certificado de carbono

El precio de los certificados de carbono en el mercado voluntario fluctúa entre \$ 4,7 y \$ 5,22, dependen de las negociaciones entre los productores y las empresas interesadas en borrar su huella de carbono. Con el fin de establecer un precio más real, se toma como referencia el precio internacional de los certificados de carbono, recopilados por SENDECO2 (2017). En la tabla 3 se muestra la evolución del precio por tCO<sub>2</sub>e en el mercado internacional durante el periodo 2008 al 2017.

Tabla 3. Evolución de los precios de tCO<sub>2</sub>e (dólares americanos).

CERTIFICA- DOS	AÑOS									
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
EUA	22,02	13,06	14,32	12,89	7,33	4,45	5,96	7,68	5,35	4,99
CER	17,47	11,94	12,6	9,96	2,97	0,39	0,18	0,35	0,35	0,27

Fuente: SENDECO2 - Factor CO<sub>2</sub>, 2017.

En la página web de SENDECO2, se publica diariamente la cotización de los bonos de carbono. Para este proyecto se considera un valor por tonelada capturada de \$ 5 por la tendencia que se muestra en el cuadro anterior, con el fin de mantener un escenario moderado.

### Ventas proyectadas

Tomando en cuenta la información detallada en los puntos anteriores se proyecta las ventas refiriendo el precio por tonelada y el número de hectáreas. Adicionalmente y como una primera fase del proyecto se tomará en cuenta el aprovechamiento de 50 000 hectáreas de bosque en buen estado de conservación (Mangahurco), los resultados en la tabla 4.

Tabla 4. Valor anual por venta de VERs de los bosques secos de la provincia de Loja

Número total de hectáreas de bosque seco	310 000
ETAPA 1 (16 % del total de bosque seco)	50 000
Carbono acumulado por hectárea	36,9
Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente (CO <sub>2</sub> e/ha)	118,44
Porcentaje de incertidumbre	40 %
Toneladas de CO <sub>2</sub> equivalente (CO <sub>2</sub> e/ha) a negociar	71,06
Certificados emitidos	3 553 200
Precio de los certificados en el mercado	\$5,00
VENTA (contrato para 10 años)	\$17 766 000
Valor de venta anual	\$1 776 600
Valor bruto por hectárea (anual)	\$35,53
Valor descontado por hectárea (anual)	\$17,77

Realizado por: Nathalie Aguirre Padilla

Para el cálculo de los ingresos se estima que del total de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes, se tiene una incertidumbre del 40 %, lo que reduce a 71,06 C02e/ha, esto debido a que el bosque se encuentra en el lugar de referencia, sin embargo, existen externalidades que pueden afectar a la concepción del proyecto, y es por ello mejor tener un grado de incertidumbre para poder manejar valores adecuados y reales de los posibles ingresos.

Considerando que según Código R (2010), “un CER /VER equivale a una tonelada de CO<sub>2</sub> que se deja de emitir a la atmósfera, puede ser vendido en el mercado de carbono” (p. 1). Los ingresos por ventas de VERs en el mercado voluntario de certificados de carbono para un período de 10 años es de \$ 17 766 000, que anualmente se constituyen un ingreso de \$ 1 776 600.

El valor anual bruto que recibirá el propietario por cada hectárea de bosque seco conservada será de \$ 35,53; mientras que restando los costos incurridos para el funcionamiento del proyecto y costos de financiamiento, el valor anual por hectárea sería de \$ 17,77, con este tipo de actividad, el bosque continua en pie y puede ser usado para: turismo, pastoreo de ganado caprino, aprovechamiento de productos forestales no maderables, acciones que serán sostenibles y no degradan el bosque seco.

### Costo de Ventas

Se detalla todos los costos incurridos para obtener la certificación de las toneladas evitadas (Tabla 5). Esto se puede hacer por medio de verificadoras internacionales como son el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), o empresa Factor CO<sub>2</sub>, la cual cuenta con una oficina en la ciudad de Guayaquil.

Tabla 5. Costos emisión certificados que se debe incurrir para el proyecto

Costo emisión certificados de carbono	Unidad	Cantidad	Costo-Proceso	Costo Unitario USD
Costo de calificación	proceso	1	15 %	0,75
Proceso de validación, registro, verificación y transacción.	titulo	1	35 %	1,75
<b>Total</b>			<b>50 %</b>	<b>2,50</b>

Fuente: Aguirre, 2010, CO<sub>2</sub> Eco consulting, Ecosecurity

El costo por la emisión por tonelada capturada es de \$ 2,50. Se debe considerar además el pago a los propietarios de los bosques por los servicios ambientales que proveen sus bosques y no aprovechan su costo de oportunidad comercial. También se considerará un pago para la Mancomunidad de Bosques Secos integrada por los 7 GADs de la zona, bajo la figura tasa por servicios ambientales, lo cual se detalla en la tabla 6.

Tabla 6. Porcentaje del pago tasas por servicios ambientales en los bosques secos de Loja

Descripción	Unidad	Pago de tasas por servicios ambientales	
		Tasa %	Pago Anual USD
Regalías dueños de bosques	Global	50	888 300
Mancomunidad Bosques Seco	Global	5	88 830
GAD's Municipales	Global	5	88 830
Broker	Global	10	177 660

Fuente: Socialización con la comunidad, 2017.

### Proyecciones Financieras

Las proyecciones financieras tienen un horizonte de 10 años, considerando el precio por venta de cada certificado a \$ 5, la cantidad de certificados se proyectaron con el aprovechamiento de 50 000 hectáreas (16 % del total de bosque seco existente en la provincia de Loja). Para la implementación del proyecto, no se cuenta con el capital necesario para financiar el proyecto, por lo que se recurrirá al endeudamiento a una tasa de 7,37 % que es la tasa de interés activa fijada por el Banco Central, con un plazo de 5 años, con cuotas anuales.

Es importante indicar que el proyecto al ser manejado por la Mancomunidad Bosque Seco de la provincia de Loja, está garantizado, ya que es una institución de derecho público, que cumple con las obligaciones que toda institución pública, es decir, en este caso los resultados positivos del flujo irán directamente a la Mancomunidad para ejecutar los proyectos mencionados en el apartado anterior. No se realizará distribución de utilidades, ni pago de impuesto a la renta, ya que no se consideran como tal, sino como fondos económicos para proyectos que lleva a cabo la propia Mancomunidad.

Los flujos son positivos a lo largo de los 10 periodos, valores con los que se deberá implementar acciones para el cuidado del bosque seco de la provincia de Loja y del ambiente en general; medidas de mitigación que permitirá que la población local no explote los árboles y se dedique al cuidado y a la siembra de más especies forestales que permitan el aumento del valor económico a los bosques y, así asegurar que a la terminación del contrato se pueda generar otro por un periodo similar.

### Indicadores Financieros

Los indicadores financieros con los resultados del flujo de efectivo son: Valor Actual Neto de \$ 40 935,08 una Tasa Interna de Retorno de 18 % y un periodo de Periodo de Recuperación de la Inversión de 5 años 8 meses.

Al aplicar los cálculos correspondientes los resultados son:

- El VAN, es positivo por lo que el proyecto es viable y ejecutable.

Para el cálculo del VAN y su Tasa Mínima Aceptable, se aplicaron los supuestos que se presentan en la tabla 7. En base a la socialización del proyecto que se realizó a la población objetivo en donde esperaban obtener por el aporte del 10 % de la inversión total un mínimo de 15 % de Costo de Oportunidad, mientras que el 90 % se espera financiar con préstamo, tomando el 7,37 % de tasa

de referencia (Banco Central, 2017), se ha establecido un Costo de Oportunidad del 7,37 %. En la presente investigación tomo el promedio del Riesgo País, de los últimos 5 años (Banco Central, 2017), por un valor de 7,56 %. Entonces la TMAR es igual a 15,69 %.

Tabla 7. Cálculo de la tasa de descuento del proyecto de venta de VER del bosque seco

Descripción	Valor \$	Porcentaje %	Costo de oportunidad %	Total
Emprendedores	48 154,12	10	15	1,50 %
Financiamiento	433 387,11	90	7,37	6,63 %
Total Inversión	481 541,23	100		8,13 %
Riesgo País				7,56 %*
<b>TMAR</b>				<b>15,69 %</b>

\* Promedio de la serie histórica 2007-2017 - Banco Central del Ecuador.

La TIR, es del 18 %, que es mayor a la tasa mínima aceptable de rendimiento TMAR que es del 15,7 %. Y la inversión se recupera en cinco años 8 meses aproximadamente.

## ■ DISCUSIÓN

Considerando las percepciones de la población, líderes, directivos de los GADs, con los elementos del FODA y análisis el mercado de carbono voluntario y obligatorio a nivel internacional, se elaboró la propuesta de comercialización que recibió aportes de los directivos de las direcciones de gestión ambiental de los GADs de los siete cantones, de la Mancomunidad Bosque Seco, lo cual permitió plantear un escenario real considerando las fortalezas y oportunidades presentes en el sector. La propuesta responde a una realidad y pretende reconocer y valorar un aspecto hasta ahora poco conocido, estos conceptos también son manifestados en la iniciativa propuesta por BIOSUR (Aguirre, 2010).

Los resultados del estudio demuestran que es rentable realizar proyectos de comercialización de bonos de carbonos de los bosques secos en la provincia de Loja y, que los ejecutores de este tipo de proyectos podrían pagar una tasa de hasta 18 % anual, la cual es superior a la tasa de 10 % que pide la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) para emitir los Certificados de Emisiones Reducidas (CERs/VERs) que puedan ser comercializados en el mercado internacional de carbono (Rodríguez, 2013).

Respecto de la rentabilidad obtenida del proyecto, se observa que el precio mínimo con el cual éste es rentable es de \$ 5/VERs, sin embargo, es oportuno rescatar que para los cálculos financieros se consideró el 16 % de la extensión total del bosque seco (50 000 ha), y con un nivel de incertidumbre de 40 % sobre los VERs (en total 118,44 VERs/ha, pero se tomó únicamente 71,06 VERs/ha), considerando alguna externalidad o imprevisto que pueda afectar al bosque seco. El flujo de efectivo se elaboró para un horizonte de 10 años, es decir, en el escenario de que los VERs sean negociados para 10 años, luego de éstos puedan volver a ser negociados con la misma empresa o país o con otro que oferte mejores condiciones de negociación (Rodríguez, 2013).

El análisis realizado permite afirmar que este tipo de proyectos son rentables, incluso considerando una alta probabilidad de escenarios negativos. Para que se cumpla todo lo mencionado anteriormente las principales condiciones serían que los precios evolucionen al alza y que la comunidad mantenga los bosques en las condiciones de salud actuales. Uno de los principales riesgos de pérdida está asociado a la volatilidad de los precios de los bonos, la cual depende de cómo reaccione el mercado ante diferentes acontecimientos globales. Y por este motivo es necesario que al momento de la elaboración del contrato establecer adecuadamente las cláusulas del mismo en donde se especifique el valor por el cual están siendo negociados los VERs el plazo, y las condiciones específicas del contrato, esto también es indicado por Aguirre (2010)

En cuanto a los resultados del análisis financiero realizado, se cuenta con un VAN positivo y un TIR de 28 %, lo cual es atractivo para la población local lo que incentiva a trabajar para la conservación del bosque seco. Estos resultados son similares a los reportados en el estudio realizado por Rodríguez (2013) titulado “Estimación de márgenes de rentabilidad para el financiamiento de proyectos de captura de carbono: caso bosques secos de Lambayeque” en donde la estimación realizada da como resultado un TIR de 24 %.

## ■ CONCLUSIONES

La valoración económica del servicio ambiental captura de carbono del bosque seco de la provincia de Loja, es una opción para mejorar la percepción y valoración del bosque seco por parte de la comunidad e instituciones involucradas, que permitirá el impulso de la comercialización de bonos de carbono (VER/CER), que generaran recursos económicos para mejorar la calidad de vida de la población local que dependen de ellos y procurar la conservación del bosque; con lo cual se comprueba la hipótesis alternativa.

Financieramente la propuesta cumple las expectativas de viabilidad financiera con un VAN positivo de USD \$ 40 395,08; la tasa interna de retorno es del 18 % y se recupera la inversión en 5 años 8 meses, con lo cumple con las expectativas de superar una tasa de descuento del 15,69 % en donde se considera el costo de oportunidad sumando al riesgo país; con lo que se demuestra que el proyecto es viable, pese a que se trabajó en un escenario moderado.

Las posibilidades para la comercialización de los VERs del bosque seco de la provincia de Loja, es una opción para la población local que incentivará a trabajar para la conservación del bosque seco, ya que la población local se verá beneficiada por los ingresos económicos generados y por ende logrará el mejoramiento de su calidad de vida y los bosques se conservarán por el hecho de proveer el servicio ambiental captura de carbono; al igual que los GADs locales mediante proyectos de conservación del bosque seco.

## ■ BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z. y Kvist, P. (2005). Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur-occidente del Ecuador. *Lyonia*. Volumen 8 (2): 41-67.
- Aguirre, Z. y Kvist, L. (2009). Composición florística y estructura de bosques estacionalmente secos en el sur-occidental de Ecuador, provincia de Loja, municipios de Macara y Zapotillo. *Arnaldoa* 16(2): 87 – 99.

- Aguirre Z. (2011). *Economía ambiental: valoración económica del ambiente y de los recursos naturales*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Aguirre-Mendoza, Z.; Betancourt-Figuera, Y.; Geada-López, G. (2013). Regeneración natural en los bosques secos de la provincia de Loja y su utilidad para el manejo local. *Revista CEDAMAZ*. 3(1): 54-65.
- Aguirre N. (2010). *Plan de Negocios para la comercialización de CER en la región sur del Ecuador*. BIOSUR. Loja, Ecuador.
- Banco Mundial (2016). *Panel de Fijación del Precio del Carbono: Definición de una visión transformadora para 2020 y años venideros*. Cumbre Paris. 15 de mayo de 2017, de Banco Mundial sitio web: <http://www.bancomundial.org/es/news/speech/2016/04/21/carbon-pricing-panel---setting-a-transformational-vision-for-2020-and-beyond>.
- Ecuador. Banco Central del Ecuador (2017). Indicadores económicos, series históricas y estadísticas macroeconómicas. El 21 de mayo de 2017, del sitio web: <https://www.bce.fin.ec/index.php/component/k2/item/788-banco-central-del-ecuador>
- Málaga, N., Giudice, R., Vargas, C. y Rojas, E. (2014). Estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques de Perú. Ministerio del Ambiente, Perú. [http://www.bosques.gob.pe/archivo/libro\\_carbono.pdf](http://www.bosques.gob.pe/archivo/libro_carbono.pdf)
- Ministerio del Ambiente. (2015) Estadísticas de Patrimonio Natural. Datos de bosques, ecosistemas, especies, carbono y deforestación del Ecuador continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural, Sistema Único de Información Ambiental.
- Rodríguez, M. (2013). Estimación de márgenes de rentabilidad para el financiamiento de proyectos de captura de carbono; caso bosques secos de Labayeque. *Revista de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo-Perú. Flumen 6 (i): 127-134*
- SENDECO2. (2017). Precios de cotización de certificados de carbono. 15 de mayo de 2017 de SENDECO2 sitio web: <http://www.sendeco2.com/es/>

## Anexos

### Anexo 1. Inversión Inicial para impulsar la implementación del proyecto.

INVERSIONES			
ACTIVOS FIJOS	Cantidad	Valor Unitario USD	Total USD
Vehículos y Equipo			<b>33 000</b>
Vehículo	1	30 000	30 000
Equipos de Georreferenciación	1	3 000	3 000
Muebles y Enseres			<b>1 280</b>
Escritorios	2	400	800
Sillones	2	80	160
Archivador	1	120	120
Sillas	4	50	200
Equipos de computación			<b>2 000</b>
Computadoras	2	900	1 800
Impresora	1	230	100
Línea telefónica	1	80	100

Herramientas	1	200	<b>200</b>
Materiales de oficina	12	100	<b>1 200</b>
Total Activos Fijos			<b>37 680</b>
<b>ACTIVOS INTANGIBLES</b>	<b>Cantida</b>	<b>Valor unitario USD</b>	<b>Total USD</b>
<i>Permisos locales</i>			<b>1 900</b>
Permiso de operación	1	280	280
Patentes municipales	1	120	120
Constitución	1	1 500	1 500
<i>Viajes de Benchmarking para consolidar la iniciativa.</i>			<b>74 600</b>
- Quito (coordinación MAE)	4	400	1 600
- Bolivia, experiencia Parque Noel Kempff	1	4 000	4 000
- Colombia Instituto de Verificación de certificados	4	2 000	8000
Diseño e implementación sistema de monitoreo	1	30 000	30 000
Consultoría para la estructuración y gestión de la base de datos	1	6 000	6 000
Feria internacional para promover el mercado del carbono en el bosque seco de la provincia de Loja	1	20 000	20 000
Talleres y discusión de la iniciativa (mesas de dialogo)	Global	5 000	5 000
Publicidad y propaganda			<b>1 620</b>
Diseño de página Web	1	500	500
Tarjetas de presentación	1	120	120
Imagen Corporativa	1	1 000	1 000
Adecuaciones generales	1	1 200	<b>1 200</b>
<b>ACTIVOS INTANGIBLES</b>	<b>Cantida</b>	<b>Valor unitario USD</b>	<b>Total USD</b>
Capacitaciones			<b>5 000</b>
Nuevos mercado	1	2 500	2 500
Gerencia y comercialización	1	2 500	2 500
Total Activos Intangibles			<b>84 320</b>
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	<b>Cantida</b>	<b>Valor Unitario USD</b>	<b>Total USD</b>
Gastos administrativos			<b>318 193</b>
Sueldos y Salarios			<b>113 336</b>
Gerente	1	4 213	50 558
Técnico Senior	1	2 421	29 051
Técnico Junior	1	1 824	21 882
Asistente administrativo	1	987	11 845
Personal Administrativo Manejo de Bosques			<b>204 857</b>
Gerente de Campo	1	4 421	29 051
Técnicos Comunitarios	5	1 465	87 903
Técnicos de campo	5	1 465	87 903
Costos Indirectos	<b>Tiempo (meses)</b>		<b>3 300</b>
Servicios Básicos	12	120	1 440
Mantenimiento	12	25	300

Suministros de Oficina	12	30	360
Cuotas y suscripciones	12	100	1 200
			<b>23 423</b>
Arriendo	12	800	9 600
Seguros			7 823
Viajes y representaciones	12	500	6 000
Total Capital de Trabajo USD			<b>344 916</b>
TOTAL INVERSIONES USD			<b>466 916</b>

Fuente: Aguirre (2010) Plan de Negocios BIOSUR.

## Anexo 2. Gastos de administración para el proyecto de venta de bonos de carbono en Loja.

Gastos administrativos	Tiempo (me- ses)	Valor unitario \$	Total \$
Sueldos y Salarios			<b>113 336</b>
Gerente	12	4 213	50 558
Técnico Senior	12	2 421	29 051
Técnico Junior	12	1 824	21 882
Asistente administrativo	12	987	11 845
Personal para el manejo de bosques			<b>204 857</b>
Gerente de Campo	12	2 421	29 051
Técnicos Comunitarios	5	1 465	87 903
Técnicos de campo	5	1 465	87 903
Costos Indirectos			<b>3 300</b>
Servicios Básicos	12	120	1 440
Mantenimiento	12	25	300
Suministros de Oficina	12	30	360
Cuotas y suscripciones	12	100	1 200
Otros gastos	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Total</b>
		<b>\$</b>	<b>\$</b>
			<b>23 423</b>
Arriendo de instalaciones	12	800	9 600
Seguros			7 823
Viajes y representaciones	12	500	6 000
Total gastos anuales			<b>344 916</b>

Fuente: Aguirre (2010) Plan de Negocios BIOSUR.

# Aprendizaje basado en proyectos (ABP) aplicado en Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas. Caso de Estudio en Ingeniería Forestal

## Project-based learning (PBL) applied in Integral Management of Watersheds. Forest Engineering Case of Study

Napoleón López<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Director Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja

\*Autor para correspondencia: [napoleon.lopez@unl.edu.ec](mailto:napoleon.lopez@unl.edu.ec)

RECIBIDO: 27/09/2017

APROBADO: 20/11/2017

### RESUMEN

En el contexto del proceso académico desarrollado en la asignatura de Diagnóstico de los Recursos Vegetación, Hídricos y Social de Cuencas Hidrográficas, del IX ciclo de la carrera de Ingeniería Forestal en el período Abril-Agosto 2017, se trabajó la metodología para aplicar el aprendizaje basado en proyectos (ABP), proceso que se evaluó en base a los componentes desglosados en el reglamento de régimen académico y la valoración contemplada en el reglamento del sistema de evaluación estudiantil para la educación superior. Este trabajo, sin tener una gran experticia pedagógica, contrasta a la una educación libresca, expositiva y repetitiva, con un proceso de aprendizaje donde el estudiante asume un mayor compromiso, dedica más esfuerzo colectivo, actúa con responsabilidad y adquiere protagonismo; el docente se concibe como un asesor, conductor y colaborador del proceso, actúa con la mayor flexibilidad, sin descuidar la responsabilidad en la formación de profesionales capacitados, comprometidos con el desarrollo social y valores humanísticos. Sus resultados fueron satisfactorios para los diferentes actores del proceso de aprendizaje y no únicamente para demostrar un conocimiento repetitivo de pasar la prueba o examen, que predomina en el sistema actual.

**Palabras clave:** Conocimiento, aprendizaje, estudiantes, pedagogía, docente.

### ABSTRACT

Complementary to the academic process developed in the subject of Vegetation, Water and Watershed Social Resources, of the IX cycle of the Forest Engineering career in the period April-August 2017, the methodology developed for application of learning based on (ABP), a process that was evaluated based on the components disaggregated in the regulation of academic regime and the evaluation contemplated in the regulation of the student evaluation system for higher education. This work, which without pedagogical experience contrasts with a bookish, expositive and repetitive education, with a learning process where the student assumes a greater commitment,

dedicates more collective effort, acts with responsibility and acquires protagonism; the teacher is conceived as an adviser, driver and collaborator of the process, acts with the greatest flexibility, without neglecting responsibility in the training of trained professionals, committed to social development and humanistic values. Concluding with satisfactory results for the different actors and not only to demonstrate a repetitive knowledge of passing the test, predominant in the current system.

**Keywords:** Knowledge, teaching, students, pedagogy, problems.

## ■ ABSTRACT

El proyecto de Manejo Integral de Microcuencas del Bosque Protector Jatumpamba Jorupe, entre el MAE-UNL, permitió visualizar la necesidad de desarrollar estrategias de vinculación entre la academia y las comunidades locales donde los docentes, técnicos y estudiantes a más de su aprendizaje fueron partícipes directos de muchas actividades como parte del proyecto mencionado.

El desarrollo de planes de manejo con enfoque de cuencas hidrográficas utilizando escenarios reales ha sido una de las fortalezas en la formación de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal, por ello con el propósito de continuar aprovechando las relaciones con los gobiernos descentralizados en la provincia de Loja se desarrollaron una serie de Planes de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial –PDOT con sectores como la parroquia de Cazaderos, en Zapotillo, siendo este su primer plan. Posteriormente en coordinación con Foragua y la Municipalidad del cantón Puyango, se realizó el plan de manejo de las microcuencas: La Tolera y Mercadillo, trabajos que apoyan al manejo de cuencas productoras de agua para la cabecera cantonal Alamor y parroquia Mercadillo.

El interés de otras Juntas Parroquiales como Nambacola, Changaimina entre otras, permitió formular un convenio con el Consejo Nacional de Parroquias Rurales del Ecuador CONAGOPARE-LOJA, en base al cual se particularizó un convenio con la Junta Parroquial El Tambo, comunidad que desea manejar los recursos naturales de forma sustentable, convirtiéndose en el escenario preciso para consolidar y vincular los aprendizajes teóricos abordados en clase con la práctica, incorporando como producto principal el plan de manejo la cuenca y como objetivo adicional aplicar la estrategia metodológica del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), cuya sistematización es compartida en este trabajo.

Este enfoque metodológico ha sido anunciado como el nuevo modelo pedagógico de la Universidad Nacional de Loja, pero dadas las circunstancias en las que se desarrolla el proceso educativo en los últimos años, no se ha implementado; el ABP es una metodología didáctica que más se ajusta para aprender en la realidad, formando equipos altamente motivados que cumplan actividades más allá del horario institucional y normativo, para experimentar, investigar y evaluar por compromiso propio.

Susana Herrera (UNSE, 2009) manifiesta que la universidad, institución fuertemente clásica y tradicional de más de nueve siglos de existencia, se enfrenta a la necesidad de actualización dinámica y permanente frente a cambios vertiginosos planteados por la globalización, la diversidad cultural y las tecnologías de la información.

El ABP es una estrategia educativa que trata de salvar las deficiencias del sistema tradicional,

mecánico y memorístico y es un excelente instrumento para trabajar con alumnos de grupos diferentes (Rebollo Aranda, 2010). Algunas de las características que imprime el ABP son:

- Se realiza en un mundo real más allá del aula de clase
- Se requiere o permite la participación interdisciplinaria
- Está centrado en el desempeño del estudiante, pues son los estudiantes los que planean, implementan o aplican técnicas grupales para dar sus aportes y solución a la temática planteada.
- El trabajo colaborativo es un proceso grupal con estrategias tendientes a maximizar resultados.
- Un trabajo colaborativo intencional con herramientas de software y TICs, para facilitar el trabajo (Galeana de la O, 2007).

Además, se enfatiza que el aprendizaje basado en proyectos se justifica desde todos los sentidos porque posibilita:

- Crear un concepto integrador de las diversas áreas del conocimiento.
- Promover una conciencia de respeto de otras culturas, lenguas y personas.
- Desarrollar empatía por personas.
- Relaciones de trabajo con personas de diversa índole.
- El trabajo interdisciplinar.
- Motiva la capacidad de investigación.
- Proveer de una herramienta y una metodología para aprender cosas nuevas de manera eficiente (Galeana de la O, 2007)

El punto de partida del aprendizaje basado en proyectos es el enunciado de un proyecto que los alumnos deben llevar a cabo, organizados de manera grupal, donde el rol principal del profesor no es impartir conocimiento, sino revisar el proyecto a la luz del aprendizaje adquirido y volver a identificar nuevos aprendizajes necesarios, facilitar un plan de aprendizaje a cada grupo y asesorar frecuentemente sobre la marcha del trabajo (Alcober *et al.*, 2017).

Sin embargo, el aprendizaje por proyectos es complicado y requiere perseverancia, dedicación y el mejor de los esfuerzos por parte de todos los actores implicados, pero permite potenciar capacidades de autoaprendizaje, los estudiantes aprenden a plantear soluciones complejas y a desarrollar tareas difíciles, al término del proyecto pueden conocer el tema asignado o profundizado, más que el mismo docente. Por su parte el docente se ve comprometido a una actualización de conocimientos, y realizar un trabajo multidisciplinario y ser un colaborador más que apoya y promueve las tareas grupales e individuales.

Villar Sola (2013), atribuye a la Universidad de Case Western Reserve en EEUU y a la Universi-

dad de McMaster en Canadá en la década de los años 60 como iniciadoras del ABP como modelo para mejorar la calidad de la educación, remodelando el currículo, fundamentando su praxis en la idea que los alumnos estaban poco motivados y aburridos con su forma de aprender, el carácter memorístico de las asignaturas, la carga de tareas poco significativas y la dificultad de vincular las materias curriculares fuera de las aulas. Por tanto, el aprendizaje basado en proyectos sitúa al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje, gracias a un proceso mucho más motivador en el que entran en juego el intercambio de ideas, la creatividad y la colaboración.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Por varios años en la Unidad de Diagnóstico Hidrológico Forestal y Social de Cuencas Hidrográficas que se imparte en el noveno ciclo de la Carrera de Ingeniería Forestal se aplica una metodología participativa que ha permitido llevar adelante inicialmente el Módulo de Gestión Integral de Cuencas Hidrográficas con enfoque hidrológico-social, y luego realizar una propuesta o plan de manejo que contribuya a la protección de una cuenca proveedora de agua para consumo humano o riego principalmente.

El contexto fuera del aula, tuvo como escenario la microcuenca San Agustín ubicada en la parroquia El Tambo, cantón Catamayo, provincia de Loja, en donde a más de la Junta Parroquial, diferentes actores locales han participado y compartido de la información generada.

Para el desarrollo de la investigación se contó con la participación y colaboración de profesores de las asignaturas de Diagnóstico de los Recursos Vegetación, Hídrico y Social de Cuencas Hidrográficas, Valoración de la Cobertura Vegetal y su Impacto en la regulación Hídrica, Planificación de Cuencas Hidrográficas, SIG y Ordenamiento Territorial y Evaluación Económica, Social y Ambiental del Plan de Manejo, cátedras dirigidas por diferentes docentes del noveno ciclo de la carrera de Ingeniería Forestal.

La metodología de aprendizaje basado en proyectos más conocida como ABP, fue utilizada para la planificación, ejecución y evaluación del proceso enseñanza aprendizaje cuyos pasos se explican a continuación.

### Planificación del proceso de aprendizaje basado en proyectos ABP

La planificación se desarrolló en base a una matriz denominada ABP 3x3 diseñada y propuesta por Conecta 13 (2017) tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Esquema de construcción de la matriz para el ABP

4. Perfil de egreso	1. Producto Final	7. Actores Directos e Indirectos Recursos
5. Resultado de aprendizaje	2. Metodologías	8. Uso de las TIC's
6. Evaluación	3. Difusión	9. Organización del trabajo

Se trabajó en el orden numerado para lograr una coherencia y secuencia una vez definidas las ac-

ciones previas.

- **Producto final.**- Se enfocó en obtener un documento acerca del Plan de Manejo de la Microcuenca La Era, aquí se requiere claridad en el objetivo, el producto y alcance en función de recursos, tiempo e intereses.
- **Metodología.**- Se visualizó cada una de las actividades a desarrollar para obtener el producto final
- **Difusión.** Se enfocó en la socialización del producto.
- **Perfil de egreso.**- El proyecto se relacionó con el perfil de egreso requerido por los estudiantes.
- **Resultados de aprendizaje.**- Se contrastó el producto final con objetivos de aprendizaje que constan en el programa analítico y en el sílabo de la unidad relacionada.
- **Evaluación.**- Se realizó con la aplicación de múltiples parámetros desde la formulación, socialización y entrega del documento final, a objeto de que el estudiante tenga una visión de su desarrollo académico.
- **Actores directos e Indirectos.**- Se identificó con quienes o para quienes se realizó este proyecto; si bien el acuerdo está dado por el máximo representante de la Junta Parroquial, su Presidente, el alcance está definido por los límites de la cuenca y la zona de influencia del Canal de Riego, el acercamiento y vivencias directas, se limitó a condiciones de logística y posibilidades estudiantiles, pero de existir apoyo no debe limitarse.
- **Recursos.** - Se detalló todos los recursos o instalaciones a utilizar, fue fundamental el acuerdo con el Presidente de la Junta, la logística y hospedaje para la parte baja de la microcuenca, acompañamiento por parte de los pobladores en los recorridos en la parte alta.
- **Uso de las TIC's.** procesó que se dio a lo largo de todas las fases fortaleciendo el intercambio de información, experiencias y propuestas, técnicas de información y comunicación
- **Organización de tiempos.** A pesar de haber desarrollado antes este tipo de actividades, la organización, asignación de tareas y colaboración con otros docentes aun es una tarea difícil por lo que se trabajó a más de a nivel de aula, de campo, y de trabajo autónomo, con el ajuste de tiempos y calendarios.

### **Proceso de Evaluación**

Como todo proceso educativo, requiere ser evaluado y calificado para su promoción, los componentes a evaluar propuestos en el ABP, son similares a los propuestos por el Reglamento de Régimen Académico de la Universidad Nacional de Loja, excepto el componente de difusión que se constituye en un adicional de este tipo de metodología.

La tabla 2, sintetiza el proceso de evaluación realizado bajo la aplicación del ABP, respetando por un lado los componentes de aprendizaje establecidos en el Reglamento de Régimen Académico (Art. 15: 1.- Componente de Docencia a) aprendizaje asistido por el profesor, b) Aprendizaje colaborativo. 2.- Componente práctico y 3. Componente autónomo. Y por otro los porcentajes o pesos de valoración según el reglamento del sistema de evaluación estudiantil (Art.10, literal h) "...las evaluaciones finales no podrán ser mayores al 40 % del valor del cómputo final de la asignatura curso o equivalente", bajo estas condiciones se evaluó el desempeño académico de doce estudian-

tes del noveno ciclo de la carrera de Ingeniería Forestal.

Tabla 2. Componentes a evaluar según ABP y equivalencia a los componentes de docencia (Art 15 RRA) y valoraciones para consignar calificaciones, según sistema de evaluación estudiantil

Componentes de aprendizaje	Eval 1x0.3	Eval 2x0.3	Eval 3x0.4	Evaluación Acumulada
Pertinencia de Información (Trabajo Docencia asistido por el profesor) Evaluación,1,2,3	2	2	2	2
Generación y validación de Información Digital (Trabajo colaborativo)	2	2	2	2
Destreza y uso Metodologías (Práctica)	2	2	2	2
Sistematización información (Trabajo autónomo)	2	2	2	2
Difusión, presentaciones (Examen)	2	2	2	2
Total	3	3	4	10
Porcentaje	30 %	30 %	40 %	100 %

El proceso de evaluación del proyecto educativo se realizó a través del uso de diferentes rubricas por cada componente con lo que se procedió a la asignación de las evaluaciones a cada estudiante de forma individual y grupal. (Véase matrices anexas). La evaluación teórica se basó en el proceso asistido que realiza el docente. Todos los reactivos fueron acordes a resultados de aprendizaje, cinco por temática en cada sílabo o asignatura. Se planteó la posibilidad de desarrollar un banco de preguntas que al final fue aplicado de conformidad al avance de los contenidos (3-5- pruebas conservando que la final no supere el 40 % y en lo posible sean equitativas, cuya acumulación o porcentaje será del 100 %).

## RESULTADOS

El proceso de interdisciplinariedad realizado entre docentes de todas las asignaturas del noveno módulo permitió obtener un producto final contenido en el Plan de Manejo de la Microcuenca La Era. La tabla 3, sintetiza los pasos del proceso de aprendizaje basado en proyectos-ABP- desarrollado para el caso de estudio mientras que en la tabla 4 se presenta la evaluación, sus diferentes componentes y la aplicación reglamentaria que le da validez a la concreción de un proceso valorado desde múltiples criterios registrados con las matrices presentadas en anexos.

Tabla 3. Matriz 3 x 3 para la planificación del ABP en el Caso de estudio en Cuencas Hidrográficas

<b>Objetivos o competencias Perfil requerido</b>	<b>Producto Final Desafío:</b>	<b>Actores directos o indirectos que apoyan el ABP y Recursos necesarios</b>
<p>El estudiante será capaz de:</p> <p>Levantar un diagnóstico de los recursos: suelo agua, vegetación e índices morfológicos de la cuenca.</p> <p>Realizar un estudio socioeconómico y problemáticas ambientales de la cuenca</p> <p>Proponer alternativas de solución a diferentes problemas manteniendo el enfoque de cuencas hídrico y social.</p>	<p><b>PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA SAN AGUSTÍN SECTOR LA ERA</b></p> <p>Definido mediante carta compromiso entre La Junta Parroquial El Tambo y la Carrera de Ingeniería Forestal y acordado con docentes y estudiantes del IX ciclo</p> <p>Basados en un diagnóstico biofísico y social de la microcuenca San Agustín, se elabora un plan de manejo para esta microcuenca y zona de influencia del proyecto de riego La Era, que será socializado</p>	<p>Docentes: facilitadores y asesores en el proceso Estudiantes. Ciclo VII y IX de la carrera de Ingeniería forestal; responsables de recopilación, sistematización de información y construcción de alternativas de solución a diferentes problemáticas.</p> <p>Junta Parroquial El Tambo, compartir información y apoyo logístico, desde las convocatorias, hospedaje y alimentación.</p> <p>Actores Locales. Secretaría de la Junta de Riego La Era, y personas conocedoras de la zona que fueron entrevistadas en un 40 % de familias dentro de la microcuenca y zona de influencia del canal de riego.</p>
<p><b>Resultados del aprendizaje Características que lo ligan al Currículo</b></p> <p>Diagnóstico en base a información secundaria y verificación en sitio de las características de la cuenca, para efectuar la planificación del manejo de los recursos naturales en una cuenca hidrográfica con un enfoque hídrico y social</p>	<p>Metodología o tareas necesarias para alcanzar el producto final</p> <p>El Diagnóstico: recopilación de información secundaria, desde diferentes fuentes informativas, estudios, base de datos, leyes y planes a diferente nivel.</p> <p>Generación de mapas temáticos, verificación de campo, recopilación de información de campo, encuestas, sistematización.</p> <p>Talleres de devolución de información y planificación participativa con actores locales.</p> <p>Formular la propuesta de manejo de la microcuenca, San Agustín.</p>	<p><b>Papel que desempeñan uso de Tics</b></p> <p>SIG en el diagnóstico y propuesta del plan es una herramienta hoy en día de uso generalizado por técnicos forestales.</p> <p>Sistematizar información secundaria, información de mapas temáticos, tabulación de encuestas, requieren del uso de diferentes softwares, tanto para ser sistematizada como comunicada utilizando gráficos, mapas, figuras o imágenes, que permitan llegar al beneficiario de manera adecuada.</p> <p>Redes de trabajo colaborativo entre grupos de estudiantes y tutorías docentes.</p> <p>Difundir mediante presentaciones a personas beneficiarias. (ta- lleres planificación)</p>

*Continúa...*

<p><b>Evaluación diversa y compleja</b></p> <p>Pertinencia de la Información recopilada 2/10</p> <p>Generación de información digital (mapas temáticos de la cuenca) 2/10</p> <p>Metodologías de recopilación de información destrezas y uso 2/10</p> <p>Sistematización del trabajo final (analógico y digital) 2/10</p> <p>Difusión del trabajo, exposiciones (Examen) 2/10</p>	<p><b>Plan de difusión</b></p> <p>Presentaciones de avances a nivel de aula, todos los estudiantes se familiarizan con la información generada por diferentes grupos.</p> <p>Información a través de la Junta parroquial</p> <p>Trabajo colaborativo a través de grupos revisiones y correcciones de sistematización.</p> <p>Devolver la información en talleres para actores locales. (presentaciones)</p> <p>Publicación y entrega de Informe a la Junta Parroquial El Tambo y Junta de Regantes La Era.</p> <p>Secretaría de la Carrera de ingeniería Forestal</p> <p>Página web de la CIF</p> <p>Publicación página de la CIF y Bosques latitud Cero</p>	<p><b>Organización del trabajo</b></p> <p>Trabajo en equipo o grupos de trabajo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Morfometría y datos climáticos</li> <li>2. Recursos hídricos</li> <li>3. Recurso suelo</li> <li>4. Flora y fauna</li> </ol> <p>Todos. Problemática ambiental</p> <p>Grupos de verificación de campo (2 por logística)</p> <p>Parte alta: Las Achiras y Paicapamba.</p> <p>Parte media: Las Achiras y Sapos Amarillos</p> <p>Parte Baja: 1. La Merced Alta y Baja, San Agustín y La Era. 2. La Capilla, Sobrinopamba.</p> <p>Acciones: Diagnóstico socioeconómico (entrevistas con apoyo de dos grupos VII ciclo) Verificación y evaluación de campo</p> <p>Talleres con equipos de presentación</p> <p>IX ciclo se responsabiliza de la sistematización y presentación de trabajo final.</p>
---	--	---



## ■ DISCUSIÓN

El proceso de aprendizaje basado en proyectos como un modelo de aprendizaje que puede ser trabajado desde la cátedra, se cumplió conforme a la metodología detallada, en la que luego de aplicada se resalta algunas vivencias que contrastan al proceso educativo tradicional.

### **Actores y recursos logísticos**

El cumplimiento de tareas y los aprendizajes no corresponde solo a los estudiantes, en este caso hubo un compromiso tripartito, considerando los docentes, estudiantes y la Junta Parroquial El Tambo, aún faltó el compromiso institucional de la universidad; en la formalidad de sílabos, plan de prácticas y tramitología requerida para una práctica se cumple, ha sido difícil tener el apoyo y la logística que el caso requiere. Esto evidencia que el soporte logístico es fundamental para el desarrollo y aplicación de este tipo de metodologías no solo es cuestión de planificación detallada, el compromiso de profesores y estudiantes sin duda es básico y en muchos de los casos suficientes para llevarla a la práctica.

### **Plan de difusión en el ABP**

El estudiante al momento de planificar el trabajo asume el reto, quiere aprender o simplemente aprobar al curso y ese compromiso hace que mantenga en alto su responsabilidad, sabe que hay que indagar bien la información, conoce que se le exigirá más trabajo, está sometido a permanentes revisores pues se trata de un primer trabajo de consultoría que más tarde puede ser su práctica profesional. Es más, sabe que tiene que compartir y entregar una propuesta viable y que será difundida a los beneficiarios por lo que crece su interés y compromiso en brindar lo mejor de sí. En este caso hubo aporte individual y aporte grupal, aún terminado el curso existe el compromiso de editar el documento final antes de ser entregado; en el componente de difusión por cruce con otras asignaturas no se dio al tiempo previsto pero existe el compromiso de socializar posteriormente, motivo por el cual este ítem recibió una valoración menor en relación a los otros componentes evaluados.

### **Uso de las Tics**

En el caso de los docentes, un resultado evidente es que el docente no se siente dueño de su cátedra, tiene que ser accesible para compartir información, aportar desde su cátedra al trabajo propuesto, ese desprendimiento ya es bastante para quienes se consideran irremplazables, que su conocimiento es el que tiene que ser expuesto, cuando hoy la información disponible en internet puede dejar al más estudioso desactualizado. La conectividad mediante Tics, redes, correos está despertando, pero hace falta un sistema de internet con suficiente capacidad y aulas virtuales con pizarra digital, es una nueva exigencia de la era actual y la educación no puede continuar únicamente bajo cuatro paredes con lápiz y pizarra. Frente a esto los escenarios reales bajo la metodología de ABP, son una posibilidad de conocer y despertar un mayor interés en el proceso de aprendizaje.

### **Organización del trabajo**

Se requiere del docente flexibilidad para conducir diferentes ritmos, en tareas, y resultados de

aprendizajes, la predisposición y comprensión para ser consultado en trabajos colaborativos cuando el estudiante lo necesite, interrupción que para muchos resulta en molestia, ser consultado vía teléfono, email, todavía resulta hasta ofensivo; hay docentes que exigen solicitud, que hagan petición por escrito, para poder repetir una clase, cuando en realidad esa es su tarea docente, por la cual están percibiendo una remuneración para repetir las veces que fuese necesario. El docente debe ser un buen organizador para manejar grupos, tareas, tanto en trabajos presenciales, actividades prácticas, revisión de trabajos colaborativos y autónomos, lo cual se consigue con la práctica. Lo típico en el actual sistema es dejar todo al último, el docente se detiene en temas iniciales demasiado tiempo y al final avanza demasiado rápido, los estudiantes igual dejan acumular trabajos para el final, lo cual afecta su propio rendimiento; en este proceso la organización, el trabajo colaborativo, la tarea compartida y trabajo grupal son vitales para salir adelante.

El profesor debe desprenderse de su protagonismo, y que sea el estudiante el centro del proceso de aprendizaje, muchos profesores no han dejado de imponer su presencia y su criterio y, por ello, son los únicos dominadores en el trabajo de aula, son los llamados a demostrar su altísimo conocimiento, pero que poco o nada se entiende; basta ver el predominio en el aula, un breve sondeo demostró que existen docentes que ocupan hasta 80 y 90 % del tiempo de su clase y son muy escasos y puntuales los espacios dados al estudiante. Esto lo confirma González (2000), al expresar que el método de aprendizaje tradicional es netamente expositivo, la evaluación del aprendizaje es reproductiva basada en la calificación del resultado, la relación profesor-alumno es autoritaria, se fundamenta en la concepción del alumno receptor de información, como objeto de conocimiento, los contenidos son transmitidos como verdades absolutas.

### **El perfil de egreso**

Como no se da tiempo a pensar el estudiante, este tiene que volverse memorístico para repetir la clase del profesor, por ello muchos estudiantes hoy se toman la molestia de grabarle para de esa forma tratar de repetir lo que se comprometió enseñar; en ese sentido el estudiante no podrá razonar, ser crítico y propositivo. Esa metodología de trasmisión de conocimiento de “llenar el recipiente” no tiene cabida en esta propuesta. La idea es que el aprendizaje esté centrado en el estudiante, como protagonista de planificar, de afinar metodologías, de sistematizar la información, de proponer alternativas; ese esfuerzo de “aprender haciendo” no requiere memorización, porque en su aprendizaje el profesor procuró desarrollar el pensamiento crítico, el razonamiento argumentativo y la evaluación valorativa, así, será capaz de volverlo a repetir y mejorarlo cuando lo requiera.

### **Metodología para el producto final**

Son tareas que se van cumpliendo y en la parte técnica no se hace énfasis porque la idea es compartir el desarrollo del proceso académico. Es importante observar que el estudiante conoce que las tareas son calificadas y que sus aportes o calificaciones se realizan durante el curso pero su preocupación no está centrada en estudiar para una prueba o examen, está centrado en hacer lo mejor que puede para el trabajo o proyecto planteado, en este caso el Plan de Manejo de la Cuenca, así entrega más del tiempo necesario y sabe que su esfuerzo será recompensado.

## Producto final

El plan de manejo de la microcuenca San Agustín, si bien recibe su calificación y es el aporte construido desde diferentes grupos, es la concreción de toda la metodología del ABP, obviamos su descripción o un resumen porque la parte técnica y propuesta realizada encierra contenidos técnicos trabajados desde una realidad, por lo que se convierte en un aprendizaje y a la vez en un aporte hacia la comunidad.

## Resultados de aprendizaje

Quizá por la costumbre para algunos estudiantes resulta tedioso seguir mejorando documentos cuando ya ha realizado un primer esfuerzo, pero es necesario, nadie nace sabiendo, aún las mejores publicaciones hacen cuantas correcciones a reconocidos escritores; si es para mejorar bienvenidas sean todas las observaciones. Algunos trabajos realizaron hasta cinco correcciones en la medida que son rectificadas, el estudiante ha consolidado mejor su aprendizaje.

## Evaluación del proceso ABP

Como todo proceso requiere ser evaluado bajo normas definidas para la educación superior y a lo que contempla también el ABP, por ello cada criterio fue organizado en matrices prácticas de aplicarse en otros medios. Vale resaltar que por la cantidad de criterios y al utilizar promedios para ir cumpliendo con los parámetros de la calificación, resaltan los decimales, pero ese no es bajo esta metodología una “camisa de fuerza”; por ello debe primar el criterio docente y no la simple estadísticas de promedios arrojados por la computadora. El conocimiento y sobre todo el aprendizaje es una medida subjetiva y no como lo califican muchos “maestros” que por centésimas se tiene que perder el curso o asignatura, dejando en mal predicamento lo que enseña y como lo enseña, pero aún se vale de esas falsas estadísticas para atemorizar al estudiante. Su ego, prepotencia, arrogancia y vanidad aún están por sobre los valores de humildad, humanismo, condescendencia y don “apóstol de la educación” que debe caracterizar al buen maestro.

## CONCLUSIONES

La metodología de aprendizaje basada en proyectos ABP es posible conducirla desde el espacio académico con un mayor compromiso de profesores y estudiantes, que vinculados a temas de la realidad aprenden a investigar, documentarse y plantear alternativas de solución o propuestas de aprendizaje, generados desde diferentes espacios compartidos.

La interdisciplinariedad es necesaria para el desarrollo de propuestas reales y prácticas enfocadas en el uso de metodologías participativas como el ABP, con lo cual se promueve el ingenio y la creatividad de los estudiantes fortaleciendo su formación profesional y personal, esto es su dimensión humana y su dimensión profesional.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcober J, Ruiz S, y Valero M. (2017). *Evaluación de la implantación del aprendizaje basado en proyectos en la EPSC (2001-2003)*. Universidad politécnica de Cataluña.
- Ariza M. y Herreros A (2017). *Conecta 13*. Disponible en: <http://conecta13.com/canvas/>
- CES. (2013). Reglamento de Régimen Académico. Versión 31 marzo 2017.
- CES. (2016). Reglamento del sistema de evaluación estudiantil. (Codificación). Versión 22 de marzo 2017.
- Galeana de la O. 2007. *Aprendizaje basado en proyectos*. Consultado sept.15 2017. Disponible en: <http://ceupromed.ucol.mx/revista/PdfArt/1/27.pdf>
- González V. (2000). *La profesionalidad del docente universitario desde una perspectiva humanista de la Educación*. I congreso Iberoamericano de formación de profesores. Universidad de Santa María. Brasil. 17 al 19 de Abril 2000.
- Herrera S. (2009). *Gestión sistémica transdisciplinar de la complejidad institucional, basada en el conocimiento organizacional*. Consultado 26 selt.2017, Disponible en; <http://www.transformacioneducativa.org/premioensayoedgarmorin.asp>.
- Rebollo Aranda S. (2010). *Aprendizaje Basado en proyectos*. Innovaciones y Experiencias Educativas.
- Villar Sola (2013). *Aprendizaje basado en proyectos*. Informática Educativa. Universidad de Zaragoza. Universidad pública de Navarra. 19 p.
- Conecta13. (2017). *Un documento para pensar colaborativamente*. Disponible en: <http://conecta13.com//canvas/>

## ANEXOS

Anexo 1. Rúbrica: Trabajo colaborativo, (Generación y validación de información; y, Sistematización trabajos grupales)

Criterios de evaluación	Carece o ninguno	Poco o a veces	Mucho o siempre	Total x 0,04
Comparte tareas, presta instrumentos, asesora				
Saber escuchar, no manipula la palabra una sola persona				
Fijarse en cualidades de los demás- habla bien del compañero o compañera				
Valora la verdad y confidencialidad. No protesta por todo. Aguanta bromas				
Responde centrado al tema				
Valoración	5-6	7-8	9-10	50x0,04=2

### Trabajo autónomo

#### Pertinencia del diagnóstico biofísico y socio-económico (Recopilación de información secundaria)

<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Carece o ninguno</b>	<b>Poco o a veces</b>	<b>Mucho o siempre</b>	<b>Total x 0,04</b>
Originalidad, que no sea copia textual				
Edición: presentación y ortografía, normas de redacción técnica				
Ensayo o sistematización que se aproxime a un artículo				
Referencias: al menos una por ciclo publicaciones o art. FARNR y otras 5 años atrás.				
Que novedades conoce del tema consultado				
Valoración	5-6	7-8	9-10	50x0,04=2

#### Metodologías de recopilación de información de campo y validación de mapas temáticos Criterio: Difusión

<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Carece o ninguno</b>	<b>Poco o a veces</b>	<b>Mucho o siempre</b>	<b>Total</b>
Contenido: lo esencial, visualidad, tamaño, no sobrecargado				
Estrategia comunicativa: Exposición, folleto. Poster, ensayo, artículo				
Expresión oral, volumen, velocidad.				
Desenvolvimiento escénico				
Claridad del mensaje entregado.				
Valoración	5-6	7-8	9-10	50 x0,04=2

#### Generación de mapas temáticos de la microcuenca San Agustín y validación de campo Evaluación Práctica:

<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Carece o ninguno</b>	<b>Poco o a veces</b>	<b>Mucho o siempre</b>	<b>Total x 0,04</b>
Cooperativo ayuda en el proceso				
Atiende o tiene interés en la realización				
Destreza según grado de dificultad				
Avance o grado de cumplimiento				
Reporte o replica				
Valoración	5-6	7-8	9-10	50x0,04=2

# Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador

## Natural Regeneration: A review of the ecological aspects in the tropical mountain forest of southern Ecuador

Johana Muñoz<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Docente Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja  
\*Autor para correspondencia: johana.munoz@unl.edu.ec

RECIBIDO: 10/10/2017

APROBADO: 11/12/2017

### RESUMEN

La regeneración natural es una característica fundamental para asegurar la sostenibilidad del recurso florístico a través del tiempo, sin embargo el cuello de botella en su establecimiento es la dispersión y germinación de las semillas. La forma como las semillas se dispersan, los cambios o estrategias que hacen para aprovechar los factores ambientales y los agentes dispersores como las aves y murciélagos son aspectos claves que deben estudiarse para garantizar la funcionalidad del bosque. La germinación de la semilla y establecimiento de las plántulas están supeditados a factores bióticos como: interacción fauna-semilla, madurez fisiológica de la semilla y, factores abióticos como: luz, factores edáficos, temperatura que pueden tener efectos sobre la distribución espacial de las especies en los bosques tropicales. Diez años de monitoreo de la regeneración natural en el bosque tropical de montaña de la Estación Científica San Francisco permiten manifestar que a pesar de que las especies forestales producen semillas, no todas germinan, son bajos los porcentajes de germinación y reducido es el número de individuos que logran establecerse, por lo tanto hace falta comprender como se desarrollan los aspectos fisiológicas en estos ecosistemas. La regeneración natural es un proceso ecológico cíclico que depende de factores bióticos y abióticos específicos, así como de las intervenciones antrópicas que se realicen, condicionando la permanencia de las especies y la diversidad de los bosques tropicales de montaña. El artículo presenta una revisión de los procesos ecológicos como la diseminación y germinación de semillas en los bosques tropicales de montaña del sur Ecuador.

**Palabras claves:** Dispersión de semillas, germinación, bosques tropicales de montaña, regeneración natural, procesos ecológicos.

## ABSTRACT

The natural regeneration is a fundamental characteristic to ensure the sustainability of the floristic resource through the time however there is a bottleneck in its establishment that concentrates in the dispersion and the germination of the seeds. The way the seeds move from one place to another, the changes or strategies they make to take advantage of environmental factors and dispersing agents such as birds and bats are key aspects that must be studied to guarantee the forest's functionality. Seed germination and seedling establishment are subject to biotic and abiotic factors: light, edaphic factors, temperature can have an effect on the spatial distribution of species in tropical forests. Throughout ten years of monitoring of natural regeneration in the tropical mountain forest of San Francisco Reserve, it is observed that although the forest species produce seeds, not all of them can germinate, the germination rates are low and it is reduced the number of individuals who manage to establish themselves therefore needs to understand how the physiological aspects in these ecosystems develop. Natural regeneration is a cyclical ecological process that depends on specific biotic and abiotic factors, as well as on the anthropic interventions that are made conditional on the future permanence of the species and, therefore, the diversity of the tropical mountain forests. The article presents a review of ecological processes such as the dissemination and seed germination in the tropical mountain forests of southern of Ecuador, which are characterized by the biodiversity that they harbor and by the pressures to which they are subjected.

## INTRODUCCIÓN

Los bosques tropicales de montaña del Sur de Ecuador se caracterizan por la influencia de varios factores, como: abundante neblina, humedad y precipitación; menor oferta de luz, pendientes empinadas y frecuentes deslizamientos naturales; lo cual contribuye a la formación de un mosaico de tipos de vegetación, con características micro climáticas, edafológicas y de relieve muy diferenciadas (Bussmann, 2005; Kiss y Bräuning, 2008).

Este ecosistema montañoso se caracteriza a más de su alta biodiversidad por la vulnerabilidad a la que está sometido sobre todo por sus fuertes pendientes que los hacen susceptibles a una erosión extremadamente acelerada en condiciones de lluvias intensas. Entre las principales actividades que amenazan a estos ecosistemas están el incremento de la población que viene de la mano del cambio de uso de la tierra (Bussmann, 2005).

En los bosques tropicales de montaña, la regeneración natural es una característica fundamental para asegurar la sostenibilidad del recurso florístico a través del tiempo (Calva *et al.*, 2007; Jaramillo y Muñoz, 2009; Muñoz, 2014), constituye un proceso estocástico, dentro de la dinámica forestal, que varía en función de la interacción de distintos parámetros ambientales (Rodríguez *et al.*, 2007). Ésta integración e interacción de factores, hace que la regeneración natural se constituya en un proceso complejo, de comportamiento difícil de predecir (Rodríguez *et al.*, 2007; Lucas *et al.*, 2013); por lo que requiere de un monitoreo, análisis y evaluación a mediano y largo plazo (Pardos *et al.*, 2007; Lucas *et al.*, 2013; Muñoz, 2014), aspecto que hasta el momento no se ha considerado a la hora de aprovechar o realizar actividades de extracción de madera en el bosque.

La regeneración natural juega un papel fundamental en la dinámica del bosque, en donde cada especie tiene adaptaciones ambientales y ecológicas particulares, que permiten la sobrevivencia de las plántulas y con ello la regeneración a partir de las semillas (Weinberger y Ramírez, 2001 y Madrigal *et al.*, 2011); procesos como la diseminación, la germinación y el establecimiento son necesarios para el manejo de los bosques; sin embargo poco se conoce acerca de ellos; no se valoran las especies tampoco el número de individuos que se están regenerando, mucho menos si dichas plántulas tienen algún tipo de relación con variables silviculturales como la forma de la copa o con las especies de árboles maduros que se desarrollan en ese hábitat y que son aprovechados. Lamentablemente la normativa forestal vigente no hace énfasis en este aspecto básico y trascendental, que debe ser estudiado para asegurar que la masa forestal futura ofrezca bienes y servicios ambientales.

Limitadas son las investigaciones que se enfocan en conocer la ecología de las especies forestales, tipos de dispersores, germinación, procesos de sucesión después de impactos naturales o antrópicos, requisitos del hábitat y el potencial para la regeneración de las especies (Bussmann, 2003; Bussmann, 2005), por lo que se debe impulsar proyectos enfocados a comprender la dinámica ecológica, los factores ambientales y ecológicos, las limitaciones del proceso de regeneración natural que se presentan en ecosistemas diversos y frágiles como los bosques tropicales de montaña.

## ■ MÉTODO

El objetivo del artículo es exponer una revisión acerca de los aspectos ecológicos que se presentan en la regeneración natural en los bosques tropicales de montaña, haciendo énfasis en dos de las fases que son consideradas los cuellos de botella en el establecimiento de la regeneración natural: las fases de dispersión y germinación de las semillas; también se destaca el papel que cumplen algunos factores como la luz, la temperatura y el suelo en la dinámica de la regeneración. Esta revisión pretende ser una base de consulta acerca de las consideraciones ecológicas que deben ser incorporadas e investigadas en cualquier ecosistema al momento de manejar la regeneración natural, con énfasis en los bosques tropicales del sur del Ecuador, de forma particular en la Estación Científica San Francisco, donde se ha monitoreado la regeneración natural en parcelas permanentes por casi diez años (2007 – 2016).

## ■ DESARROLLO Y DISCUSIÓN

### **Desarrollo de la conceptualización de regeneración natural**

#### **Dispersión de semillas**

La producción, dispersión de semillas y el reclutamiento de plántulas son procesos claves en la estructura espacial y dinámica de las poblaciones de plantas (Harper, 1977; Nathan y Muller-Landau, 2000) precisamente porque éstos casi nunca son completamente exitosos (Clark *et al.*, 1999; Muller-Landau *et al.*, 2002). La dispersión determina el área potencial de reclutamiento de las plantas y establece el modelo para procesos posteriores, tales como: depredación, germinación,

competencia y crecimiento (Schupp, 1993; Barot *et al.*, 1999; Nathan y Muller-Landau, 2000).

Las semillas después de desprenderse de la planta madre pueden quedarse muy cerca de ella o viajar muy lejos; en ambos casos a esto se denomina dispersión. Lo importante es que la semilla llegue a un lugar favorable para su germinación y el consecuente establecimiento de nuevos individuos (Andresen, 2000; García, 1991); sin embargo, en el bosque tropical de montaña el encontrar un lugar favorable no es tarea fácil debido entre otros aspectos a la capa de hojarasca existente en el suelo que se vuelve una limitante para el futuro desarrollo, algunas semillas inclusive llegan a germinar en lugares tan inhóspitos como un tronco en estado de descomposición por lo que su supervivencia es incierta.

La producción y dispersión de semillas son procesos importantes en la dinámica de poblaciones, los cuales están supeditados a la genética del árbol, la edad, la posición que ocupa en el dosel del bosque, pues se conoce que los árboles dominantes pueden tener una mejor absorción y eficiencia de luz (Campoe *et al.*, 2013) y por ende mayor producción de semilla; asegurando la presencia de polinizadores y vectores de dispersión, A esto se suma, los factores climatológicos que juegan también un rol protagónico al afectar de manera intraespecífica la floración y desarrollo de semillas. Stimm *et al.*, (2008) manifiestan que debido a la gran variabilidad intraespecífica y a la producción de semillas en bosques tropicales de montaña del sur de Ecuador se debe elaborar calendarios de cosecha a nivel de especie y por zonas para así contar con información que podría ser utilizada en programas de reforestación y restauración. Aspectos como la fenología de las especies deben seguir estudiándose, Gunter *et al.*, (2008) manifiestan que existe una fuerte evidencia de que la floración no es inducida por un solo factor; el control fotoperiódico, la radiación y la precipitación son posibles aspectos que intervienen en dicho proceso, confirmando que estos factores están estrechamente relacionados entre sí en los trópicos.

La dispersión genera beneficios ecológicos que van más allá del mantenimiento de una población ya establecida o estable en su hábitat, o en el caso de expansión de territorio ocupado por una especie que está en proceso de colonización. Galindo- Gonzales *et al.*, (2000) hacen una revisión clara acerca de las teorías que explican las ventajas ecológicas que trae consigo la dispersión de semillas.

La forma como las semillas se trasladan de un lado a otro, es a través de los mecanismos de dispersión, los cuales hacen alusión a los cambios o estrategias que usan las semillas para aprovechar los factores ambientales. Los diversos tipos (o síndromes) de dispersión están determinados según la forma en que las semillas son transportadas a sitios potenciales de establecimiento: por gravedad (barocoría), por viento (anemocoría), por agua (hidrocoría), o por animales (zooecoría: exozooecoría, que consiste en la adhesión de semillas al pelaje o plumaje de animales; y endozooecoría, que consiste directamente en su ingestión). Otro aspecto, es que según el tipo de dispersión las semillas tienen la posibilidad de viajar a corta o larga distancia. La principal desventaja que tienen al momento de quedarse cerca de las plantas progenitoras (barocoría) sería la dificultad para su establecimiento por la competencia entre las semillas e incluso con la misma planta madre, mientras que la dispersión a larga distancia (como es el caso de la anemocoría, la hidrocoría, o la zooecoría), permite la colonización de nuevas áreas.

La distribución de las especies y la movilización e intercambio del material genético dentro y fuera de las poblaciones, son procesos que de una u otra manera son condicionados por los mecanismos de dispersión que utilizan las semillas. Su efectividad depende de dos factores: las características físicas y morfológicas de las unidades de dispersión; y, la presencia de barreras climáticas y edáficas que limitan el crecimiento y desarrollo de nuevos individuos (Abraham de Noir *et al.*, 2002). Hay que considerar que el hecho de que se observe buena producción de semillas en los árboles no garantiza su germinación ya que la calidad y cantidad de semillas dispersadas se reduce drásticamente por la depredación pre-dispersión y la falta de madurez fisiológica (semillas abortivas) (Janzen & Vázquez-Yanes, 1970), lo cual se observa en las semillas del género *Cedrela*, las cuales son atacadas por insectos reduciendo considerablemente el porcentaje de germinación. Las especies forestales en los bosques tropicales de montaña de la región sur del Ecuador son polinizados casi exclusivamente por animales (aves, murciélagos e insectos) (FOR 402 2004) lo cual es apoyado por Domínguez *et al.*, (2005) quienes manifiestan que la mayoría de los árboles tropicales requieren de animales para dispersar sus semillas. Los animales frugívoros tienen efectos altamente variables sobre la supervivencia de semillas y plántulas por lo que juegan un papel primordial en la sucesión secundaria y en el mantenimiento de la heterogeneidad de los bosques tropicales.

Las aves y murciélagos constituyen los dos principales grupos de fauna que cumplen la ardua labor de dispersar las semillas a través de la deposición de sus heces, aunque según Zamora (2008) lo realizan de manera diferente, mientras las aves defecan perchadas, los murciélagos lo hacen durante el vuelo depositando semillas a distancias mayores del árbol madre de donde las obtuvieron, lo cual es respaldado por los estudios de Galindo- Gonzales *et al.*, (2000).

En algunas especies forestales como las del género *Cecropia* los murciélagos constituyen los principales polinizadores y dispersores de sus semillas, lo que se atribuye a la copiosa y constante producción de frutos que tiene esta especie (Linares *et al.*, 2010; Zamora, 2008). *Ficus*, es otro género que se puede encontrar en los bosques tropicales de montaña y que cumple un papel ecológico importante para muchas comunidades de animales debido a que producen frutos durante todo el año. Es el único género que se encuentra en todas las selvas altas perennifolias y en muchas de ellas es el más abundante a pesar de que la mayoría de sus especies son raras (Harrison, 2005), la dispersión de esta especie es realizada por murciélagos aunque las aves también consumen sus frutos (Zamora, 2008). Otras especies forestales del género *Hyeronina*, *Clusia*, y *Miconia* le deben su dispersión también a las aves (Zamora, 2008).

Aunque la mayoría de los estudios se concentran en la dispersión de semillas realizada por estos dos grupos de fauna, se debe destacar el papel que cumplen los primates, quienes consumen entre 25 % y 40 % de la biomasa de frutos defecando numerosas semillas viables; sin embargo, la efectividad de la dispersión depende de la especie de primate, de su comportamiento, fisiología y morfología (Wehncke *et al.*, 2003), este es un aspecto que debe ser investigado sobre todo en los bosques tropicales de montaña del sur del Ecuador, en los cuales hasta el momento se ha reportado la presencia de un solo tipo de primate *Cebus yuracus* y, poco se conoce acerca del papel que cumple como dispersor de semillas en este ecosistema.

La eficacia de un dispersor, sea ave y/o mamífero, se mide según la contribución que éste pueda aportar a la futura reproducción de la planta. Schupp (1993) propuso que la eficacia en la dispersión de semillas por frugívoros dependería de componentes cuantitativos y cualitativos. La cantidad de la dispersión podría ser medida por el número de visitas y el número de semillas dispersadas por visita, mientras que la calidad dependería del tratamiento al que son expuestas las semillas al ser ingeridas por los animales dispersores y de la probabilidad de que una semilla depositada en un sitio sobreviva y llegue a ser planta adulta.

Norden (2014) hace una revisión acerca del porque la regeneración natural es tan importante para la coexistencia de especies en los bosques tropicales, entre su análisis manifiesta que existen algunas limitaciones a la hora de realizarse la dispersión, por ejemplo, las especies pueden tener una capacidad de dispersión reducida o limitada por algún factor ambiental por lo que la llegada de las semillas al suelo será reducida; además, la depredación es una de las mayores causas de mortalidad a lo largo del ciclo de vida de las plantas, en algunos casos, más del 75 % de las semillas, después de la dispersión, no llegan a germinar.

Otra manera de medir la limitación en la dispersión es a través de la estimación de la proporción de sitios a los que llegan regularmente semillas de una especie en particular (Muller-Landau *et al.*, 2002) aunque en el caso de los bosques tropicales de montaña es una tarea difícil por la diversidad de especies presentes. Zamora (2008) estudió la dispersión de semillas que realizan las aves y murciélagos, cuyos resultados destacan la necesidad de continuar con este tipo de investigaciones que son básicas para comprender procesos como la germinación y el establecimiento de la regeneración natural.

Los patrones de distribución en la dispersión de semillas constituyen otro vacío de información que necesita ser estudiado, ya que no sólo determinan el área potencial de reclutamiento de plantas, sino que también sirven como modelo para procesos posteriores tales como depredación y competencia (Nathan *et al.*, 2000). Todos estos antecedentes, concuerdan en que la etapa de dispersión de las semillas es un aspecto funcional que aportaría elementos esenciales para entender la composición, distribución y abundancia de especies, así como su variación espacio-temporal en los bosques tropicales de montaña; y con este conocimiento formular estrategias de manejo y conservación de los recursos forestales.

## **Germinación**

La germinación puede definirse como el proceso que incluye una serie de eventos tendientes a conducir la emergencia del embrión y su subsecuente desarrollo, hasta que sea capaz de efectuar la fotosíntesis sin depender de los tejidos de reserva alimenticia. La velocidad de germinación provee información útil sobre el grado de pérdida de dormancia de semillas y las condiciones favorables de germinación; así mismo, el tiempo de germinación de una semilla en relación con otras semillas puede influir en la cantidad de recursos disponibles para una plántula (Baskin & Baskin, 2014).

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de plantas superiores y acuáticas desempeñando una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de

las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica (Doria, 2010). Las reservas energéticas de la semilla están constituidas por grasas, carbohidratos y a veces proteínas, que sirven de sostén para el desarrollo de la futura planta durante sus primeras etapas de vida.

En relación al grado de tolerancia que muestran las semillas a la desecación, se pueden clasificar en ortodoxas y recalcitrantes; las primeras son tolerantes a la desecación, se dispersan y conservan luego de alcanzar un bajo porcentaje de humedad, mientras que, las segundas son sensibles a la desecación, se dispersan junto con los tejidos del fruto (carnoso) con altos contenidos de humedad (Camacho, 1994).

La estructura, composición y color de las semillas son características que pueden jugar un importante papel en la germinación (Abusaief, *et al.*, 2017). Básicamente, existen dos tipos de germinación: epigea e hipogea. En las plántulas denominadas epigeas, los cotiledones emergen del suelo debido al crecimiento del hipocotilo, los cotiledones se separan y empiezan a fotosintetizar para dar paso al epicotilo y con ello al crecimiento del primer par de hojas de la plántula; mientras que en el caso de las semillas que presentan una germinación hipogea, los cotiledones permanecen bajo el suelo y dando paso al alargamiento del epicotilo y con ello al desarrollo de las hojas verdaderas.

La etapa que garantiza la presencia de regeneración natural en el bosque es la germinación, por lo que las fases críticas en el ciclo de vida de las plantas se centran en lograr que germinen y se establezcan. Para comprender adecuadamente la germinación, es necesario incrementar el conocimiento sobre diversos aspectos, como: 1) las fases fisiológicas, morfológicas y físicas de las semillas cuando ya han madurado; 2) los cambios de estas mismas etapas que preceden a la germinación; 3) las condiciones ambientales que se requieren para que dichos cambios se presenten; y, 4) las condiciones ambientales que ocurren en el hábitat entre el tiempo de maduración y el proceso germinativo (Baskin y Baskin, 2001).

En los bosques tropicales de montaña, la germinación de las semillas parece estar condicionado al papel que cumplen los animales en la polinización y dispersión al consumir los frutos que producen; el paso por el tracto digestivo del animal contribuye a disminuir el tiempo de activación de la semilla; sin embargo, en otros casos, puede afectar su viabilidad; es probable que esta acción sea ocasionada por los jugos gástricos que contenga el tracto digestivo del individuo, ya que en algunas semillas, éste acelera la escarificación, pero en otras, puede afectar negativamente al embrión (Howe y Estabrook, 1977), aunque también el resultado podría ser neutro; al final si el efecto es positivo lo que se consigue es facilitar la germinación si existen las condiciones ambientales favorables.

Del número de semillas que se encuentra en el suelo, sólo una mínima parte logra germinar, dependiendo de la cantidad que fue diseminada y de la probabilidad de caer en un sitio apropiado para su establecimiento. Visto así, el número de plantas en el suelo es una función de la cantidad de sitios adecuados que ofrece el ambiente. Muchas de las especies de plantas que crecen en los bosques tropicales de montaña, presentan germinación rápida como mecanismo de escape para evitar la depredación, ya que las semillas con suficientes reservas alimenticias, tienen mayores posibilidades de sobrevivir; sin embargo, existen limitaciones ambientales y ecológicas que

pueden influir en este proceso y dar como resultado una germinación tardía.

Existe gran número de factores que son responsables de la germinación tardía, entre ellas se puede mencionar: bajo contenido de humedad, capa de semillas duras, tamaño pequeño, etapas tempranas de desarrollo del embrión y presencia de inhibidores químicos (Vázquez Orozco, 1993, Naithani *et al.*, 2004). Entre los factores abióticos que tienen influencia en el desarrollo de la germinación esta la cantidad de luz o la cantidad de sombra que controlan las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrollan las semillas. La sombra también se considera un inductor importante de la latencia en las semillas de árboles tropicales (Panna, 2013) mientras que en la estructura de la masa forestal, la luz puede convertirse en una limitante para la germinación de las semillas a pesar de que cada especie tiene adaptaciones ambientales y ecológicas particulares (Madrigal *et al.*, 2011).

Desde el punto de vista ecológico, la luz afecta las posibilidades de crecimiento y establecimiento de la regeneración, por tal razón es importante clasificar las especies en función de su temperamento y de acuerdo a ello elegir las técnicas silviculturales apropiadas para su manejo (Jaramillo y Muñoz, 2009). En base a la preferencia que muestran las especies a factores como la luz se clasifican en esciofitas (toleran la sombra) y heliófitas (requieren luz para su desarrollo); las semillas de especies esciofitas pueden germinar (las plántulas se establecen) en luz tenue en el suelo del bosque, mientras que aquellas de especies heliófitas requieren luz alta, asociada con una brecha en el dosel para la germinación y establecimiento de plántulas (Panna, 2013); lo que se apoya a la propuesta planteada por Finegan (1992) quien manifiesta que el comportamiento de las especies está en buena medida determinado por la luz, y por ello el concepto de tolerancia e intolerancia a la sombra se mantiene como criterio básico para agrupar a las especies y así ayudar a entender los procesos de sucesión y desarrollo del bosque, esto se conoce como gremios ecológicos.

Norden (2014) manifiesta que los factores edáficos pueden tener un efecto más importante que la luz sobre la distribución espacial de las especies en los bosques tropicales, entre las características más importantes del suelo se encuentran: la disponibilidad de fósforo y nitrógeno asimilables, el pH y la disponibilidad de agua, que a su vez depende de la porosidad del suelo y de la profundidad de la capa freática. Varios estudios experimentales en bosques húmedos han mostrado asociaciones de las especies de plántulas a distintos tipos de suelo en condiciones muy contrastantes.

La temperatura, constituye otro factor ambiental decisivo en el proceso de germinación, ya que influye en la fisiología de las semillas, específicamente sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren después de la rehidratación. La actividad de cada enzima tiene lugar entre un máximo y un mínimo de temperatura, existiendo un óptimo intermedio (Contreras, 2012), esa es la razón porque bajo condiciones controladas en laboratorio es posible obtener altos porcentajes de germinación de las especies que en el bosque presentan bajos porcentajes, por lo que se recomienda realizar ensayos de germinación para encontrar las condiciones óptimas que faciliten el romper el estado de dormancia para que inicien la actividad fisiológica; sin embargo, hay que considerar que someter a las semillas a temperaturas mayores a 32°C tiende a disminuir la germinación como consecuencia de una disminución de la solubilidad de oxígeno en el suelo.

Otro aspecto a analizar es la variabilidad temporal en la producción de semillas lo que sin duda condiciona a la germinación y al establecimiento, factores climáticos juegan un papel determinante en los procesos fenológicos, ya que un cambio en ellos altera la producción de flores y frutos y con ello la cantidad de semillas, a lo que se suma la presencia de plagas, enfermedades, daños ocasionados por la fauna, no obstante no hay que olvidar que en algunos casos existe interacción entre los patógenos y las semillas, que pueden ayudar a romper su dormancia, es el caso de hongos que atacan la testa, erosionando o agrietando alrededor del endocarpio, contribuyendo a reducir el mecanismo de resistencia a la germinación en semillas con dormancia fisiológica (Morpeth & Hall, 2000).

Al respecto, Alvarado *et al.*, (2010) en su investigación realizada en el bosque tropical de montaña de la Reserva Biológica San Francisco, manifiestan que el número y calidad de semillas se encuentra directamente relacionada con la época de recolección, si la cosecha se realiza en temporadas secas las semillas habrán alcanzado su madurez fisiológica caso contrario cuando se realiza en temporadas de lluvia se retrasa la madurez de los frutos y semillas y por ende la germinación de las especies se verá reducida drásticamente.

Una vez que el proceso de germinación inicia, las semillas pasan por una transición desde un estado de latencia a un periodo activo de crecimiento donde las oportunidades de establecimiento pueden ser relativamente bajas (Jurado, 2000).

A lo largo de diez años de monitoreo de la regeneración natural en el bosque tropical de montaña de la Estación Científica San Francisco, se ha observado que a pesar de que las especies forestales producen semillas no todas logran germinar, son bajos los porcentajes de germinación y reducido es el número de individuos que logran establecerse. Especies forestales de interés comercial por el valor de su madera como *Cedrela sp.*, *Handroanthus chrysanthus* llaman la atención, los porcentajes de germinación son bajos y el número de plántulas presentes en el bosque es reducido, quizá estas especies requieren grandes aperturas en el dosel para romper con la dormancia de las semillas, o existen plagas y/o enfermedades que las afectan en estadios tempranos. *Hyeronima asperifolia* es otra especie con valor comercial que también presenta bajos porcentajes de germinación y aquí la escarificación que realiza la fauna es vital para romper la dura testa que posee la semilla de esta especie. Otro ejemplo es lo que pasa con las semillas del género *Ficus*, las cuales para su germinación y establecimiento necesitan encontrar sitios con buena acumulación de materia orgánica y con alta retención de humedad, junto con un acceso constante de luz. En muchos casos estos micrositios son efímeros y espacialmente impredecibles (Laman, 1995; Laborde, 1996).

Todos estos antecedentes confirman que aún se requiere investigar los procesos fisiológicos que se suscitan en la enorme diversidad de especies que albergan los bosques tropicales de montaña, solo con la comprensión de procesos como la reproducción, producción, diseminación, germinación y establecimiento de la regeneración natural se puede garantizar la existencia y la composición florística de masas forestales diversas.

## ■ CONSIDERACIONES FINALES

La regeneración natural de las diferentes especies forestales es el resultado de una serie de procesos ecológicos cíclicos, cuyo éxito o inhibición depende de factores bióticos y abióticos específicos, así como de las intervenciones antrópicas que se realicen condicionando la permanencia futura de las especies y por ende la diversidad de los bosques tropicales de montaña.

El éxito del manejo forestal de un bosque depende en gran parte de la existencia de suficiente regeneración natural que asegure la sostenibilidad del recurso a través del tiempo; por tal razón, es indispensable generar los conocimientos o bases científicas sobre la dinámica de la regeneración natural, estudiar aspectos claves como los procesos ecológicos y fisiológicos que se desarrollan en las semillas, la producción, diseminación y germinación de especies que son consideradas claves por la demanda local a la que están sometidas.

La germinación de las semillas es un paso fundamental para el establecimiento de nuevas plántulas, cuya sobrevivencia depende de una serie de etapas subsecuentes del desarrollo, que serán importantes para su establecimiento como adultos reproductivos, capaces de contribuir a la reanudación del ciclo; sin duda cada especie es particular, por ello es necesario estudiar su ecología así como las interacciones intra e inter específicas y su variabilidad entre individuos, entre hábitats y entre años.

Considerar el estudio de la regeneración natural como un indicador de la salud y del estado futuro de la dinámica del bosque el cual debe ser incorporado en cualquier evaluación y/o ejecución de planes de manejo forestal, ya que cualquier intervención puede traer como efecto directo o indirecto alteraciones en los ciclos fenológicos de las especies con repercusiones sobre la producción, diseminación, germinación y establecimiento de las plántulas.

A pesar de la importancia en la composición futura del bosque son limitados los estudios que existen sobre los aspectos ecológicos que se desarrollan en la regeneración natural, los vacíos de información son innegables, aspectos claves como la polinización, el desarrollo de las semillas, la dispersión, la depredación, la germinación, la sobrevivencia y el establecimiento de plántulas determinarán el éxito y dominancia de las especies vegetales a largo plazo y por ende deben investigarse.

## ■ AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Alemana para la Investigación- DFG, a la Secretaria de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación SENESCYT por el finamieto para el desarrollo de mis estudios de doctorado. A todos los miembros de la Estación Científica San Francisco, tesisas y voluntarios, al Dr. Patrick Hildebrandt por su colaboración y apoyo; y, al Instituto de Silvicultura de la Universidad Técnica de Múnich.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abusaief, H. M. A., Alwishish F. M. (2017). Survey of endangered plants and description the seeds in some sites at Al-Jabal Al-Akhdar of Libya. *Curr. Sci. Int.*, 6(3): 511-539, 2017 ISSN 2077-4435
- Abraham de Noir, S. Bravo, R. Abdala. (2002). Mecanismos de dispersión de algunas especies de leñosas nativas del Chaco Occidental y Serrano. *Revista de Ciencias Forestales – Quebracho* N° 9 – Diciembre 2002.
- Andresen, E. (2000). *The role of dung beetles in the regeneration of rainforest plants in Central Amazonia*. Ph.D. Thesis, University of Florida, Gainesville, Florida.
- Alvarado C., Encalada M. (2010). *Estudio fenológico, análisis y almacenamiento de semilla, de seis especies forestales nativas en bosque tropical montano, potenciales para la reforestación en la Estación Científica San Francisco*. Tesis Ingeniería Forestal.
- Barot, S., Gignoux, J., & Mgnaut, J.C. (1999). Seed shadows, survival and recruitment: How simple mechanisms lead to dynamics of population recruitment curves. *Oikos* 86:320-330.
- Baskin C. C. & Baskin J.M. (2001). *Seeds. Ecology, Biogeography and Evolution of dormancy and germination*. Academic Press. San Diego, CA, USA.
- Baskin C. C. & Baskin J. M. (2014). *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*, 2nd edn. San Diego, CA, USA: Academic/Elsevier.
- Bussmann, R.W. (2003). Los bosques montanos de la Reserva Biológica San Francisco: zonación de la vegetación y regeneración natural (en línea). *Lyonia* 3 (1): 57-72. Consultado 10 sep. 2017. Disponible en <http://www.mtnforum.org>
- Bussmann, R. W. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso (en línea). *Revista Peruana de Biología* 12 (2): 203-216. Consultado 10 sep. 2017. Disponible en <http://www.revistasinvestigacion.unmsn.edu.pe>.
- Calva, O; Beltrán, G; Günter, S; Cabrera, O. (2007). Impacto de la luz sobre la regeneración natural de Podocarpaceas en los bosques de San Francisco y Numbala (en línea). *Bosques Latitud Cero* no. 3: 21–23. Consultado 10 sep. 2017. Disponible en <http://w3.forst.tu-muenchen.de/~waldbau/litorg0/2018.pdf>
- Camacho F. (1994). *Dormición de semillas: causas y tratamientos*. México, DF: Editorial Trillas, 1994. 128 p.
- Campoe, O. C., Stape, J. L., Nouvellon, Y., Laclau, J. P., Bauerle, W. L., Binkley, D., & Le Maire, G. (2013). Stem production, light absorption and light use efficiency between dominant and non-dominant trees of *Eucalyptus grandis* across a productivity gradient in Brazil. *Forest Ecology and Management*, 288, 14–20. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.035>
- Contreras M. (2012). *Germinación de semillas de especies nativas de los pastizales del altiplano del norte de México*. Universidad Autónoma de Nueva León. Tesis de Maestría Ciencias Forestales.
- Chong, C. y Bible, B. B. y Hak-Yoon Ju. (2002). *Germination and emergence*. [online] En: *M. Pessarakli (Ed.). Handbook of plant and crop physiology*. 2a. ed. [online] New York: Marcel Dekker Inc, p. 85-146. ISBN: 0-8247-0546-7
- Clark, J. S., B. Beckage, P. Camill, B. Cleveland, J. HilleRisLambers, J. Lichten, J. MacLachlan, J. Mohan, and P. Wyckoff. (1999). Interpreting recruitment limitation in forests. *American Journal of Botany* 86:1–16.

- Domínguez-Domínguez L., Jorge E. Morales-Mávil & Juan Alba-Landa. 2005. Germinación de semillas de *Ficus insipida* (Moraceae) defecadas por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*). *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 54 (2): 387-394, June 2006.
- Doria J. Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 1, p. 74-85
- Estrada, A., and Coates-Estrada, R. (1984). *Fruit-eating and seed dispersal by howling monkeys in the tropical rain forest of Los Tuxtlas, Mexico*. *Am. J. Primatol* 6: 77-91.
- Estrada, A., and Coates-Estrada, R. (1986). *Frugivory by howling monkeys (Alouatta palliata) at Los Tuxtlas, Mexico: Dispersal and fate of seeds*. In Estrada, A., and Fleming T. H. (eds.), - *Frugivores and Seed Dispersal*, W. Junk, The Hague.
- Finegan, B. (1992). *The management potential of neotropical secondary lowland rain forest*. *Forest Ecology and Management* 47:295-321.
- Galindo- Gonzales J. S. Guevara y V.J. Sosa. (2000). Bat and bird generated seed rains at isolated trees in pastures in a tropical forest. *Conservation Biology* 14: 1693-1703.
- García A. 1991. La dispersión de las semillas. *Ciencias* núm. 24, octubre-diciembre, pp. 3-6. (en línea)
- Günter, S., Stimm, B., Cabrera, M., Diaz, M., Lojan, M., Ordoñez, E., Weber, M. (2008). Tree phenology in montane forests of southern Ecuador can be explained by precipitation, radiation and photoperiodic control. *Journal of Tropical Ecology*, 24(3), 247-258. doi:10.1017/S0266467408005063
- Harper, J. L. (1977). *Population biology of plants*. *Academic Press*.
- Harrison, R. D. (2005). Figs and the diversity of tropical rainforest. *BioScience*, 55: 1053-1064.
- Howe, H.F. & G.F. Estabrook. (1977). On intraspecific competition for avian dispersers in tropical trees. *Amer. Natur.* 111: 817-832.
- Jaramillo, L; Muñoz, L. (2009). Evaluación de la regeneración natural de especies forestales del bosque tropical de montaña en la Estación Científica San Francisco bajo diferentes intensidades de raleo selectivo. Tesis Ing. Forestal. Loja, EC, Universidad Nacional de Loja. 136p.
- Jurado, E., (2000). Germination in Tamaulipan thornscrub of north-estern Mexico. *Journal of Arid Environments*. 46, 413-424.
- Kiss, K; Bräuning, A. (2008). *El bosque húmedo de montaña: investigaciones sobre la diversidad de un ecosistema de montaña en el Sur del Ecuador* (en línea). Fundación Alemana para la Investigación Científica (DFG), TMF y Naturaleza y Cultura Internacional (NCI). Loja - Ecuador. Disponible en: [http://www.naturaleza ycultura.org/docs/bosque\\_humedo](http://www.naturaleza ycultura.org/docs/bosque_humedo).
- Laborde, F. J. (1996). Patrones de vuelo de aves frugívoras en relación a los árboles en pie en pastizales tropicales. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Laman, T.G. (1995). The ecology of strangler fig seedling establishment. *Selbyana* 16: 223-229.
- Linares E., Moreno-Mosquera E. (2010). Morfología de los frutiolos de *Cecropia* (Cecropiaceae) del pacífico colombiano y su valor taxonómico en el estudio de dietas de Murciélago. *Caldasia*, Volumen 32, Número 2, 2010. ISSN electrónico 2357-3759. ISSN impreso 0366-5232. <http://dx.doi.org/10.15446/caldasia>
- Lucas Borja, ME; Candel Pérez, D; Molero Carrasco, J; Monreal Montoya, JA; Botella Mirales, O; Rubio Moraga, A; Ahrazem, O; Gómez Gómez, M. L. (2013). La regeneración natural

- del pino laricio (*Pinus nigra* Arn. Ssp *salzmannii*): Resultados después de quince años de investigación (en línea). Sexto Congreso Forestal Español. Sociedad Española de Ciencias Forestales. 10 p. Consultado 05 sep. (2017). Disponible en <http://www.congresoforestal.es/actas/doc/6CFE/6CFE01-004.pdf>
- Madrigal, J; Hernando, C; Guijarro, M. (2011). *El papel de la regeneración natural en la restauración tras grandes incendios forestales: el caso del pino negral* (en línea). Boletín Informativo del CIDEU no. 10: 5-22. Consultado 10 sep. 2017. Disponible en <http://www.uhu.es/cideu/Boletin/Boletin10/BolInf10CIDEU5-22.pdf>
- Martinez Orea Y., Silvia Arguero., P. Guadarrama. (2009). La dispersión de frutos y semillas. *Ciencias* 96. Octubre – Diciembre.
- Morpeth, D.R., Hall, A.M., (2000). Microbial enhancement of seed germination in *Rosa corymbifera* 'Laxa'. *Seed Sci Res.* 10:489-94.
- Muller-Landau, H.C., Wright, S. J., Calderón, O., Hubbell, S.P., & Foster, R.B. (2002). *Assessing recruitment limitation: concepts, methods, and case-studies from a tropical forest*. En D.J. Levey, W.R. Silva, & M. Galetti (eds.) *Seed Dispersal and Frugivory: Ecology, Evolution and Conservation* pp. 35-53, CAB International, Wallingford, Oxfordshire.
- Muñoz, J. (2014). Efectos en la regeneración natural en claros por tratamientos silviculturales en un bosque tropical de montaña del sur del Ecuador (en línea). *Revista CEDAMAZ* 1 (5): 66-80. Consultado 19 sep. 2017. Disponible en [http://unl.edu.ec/sites/default/files/investigacion/revistas/2014-9-4/articulo\\_5\\_-\\_66\\_-\\_80.pdf](http://unl.edu.ec/sites/default/files/investigacion/revistas/2014-9-4/articulo_5_-_66_-_80.pdf)
- Naithani, S.C., N. Ranjana, B. Varghese, J.K. Godheja and K.K. Sahu. (2004). *Conservation of Four Tropical Forest Tree Seeds from India*. In: *Comparative Storage Biology of Tropical Tree Seeds*, Sacande, M., D. Joker, M.E. Dulloo and K.A. Thomsen (Eds.). IPGRI, Rome Italy.
- Nathan, R. and Muller-Landau, H. C. (2000). Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends Ecol. Evol.* 15: 278-285.
- Norden N. 2014. Del porque la regeneración natural es tan importante para coexistencia de especies en los bosques tropicales. *Colombia Forestal*, 17(2), 247-261.
- Panna Deb and R.C. Sundriyal. (2013). Seed Germination in Lowland Tropical Rainforest Trees: Interspecies, Canopy and Fruit Type Variations. *Research Journal of Forestry*, 7: 1-15. DOI: 10.3923/rjf.2013.1.15
- Pardos, M.; Montes F.; Aranda, I.; Cañellas, I., 2007. Influence of environmental conditions on germinant survival and diversity of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in central Spain. *Eur. J. Forest Res.* 126 : 37-47.
- Rodríguez García, E; Juez, L; Guerra, B; Bravo, F. (2007). *Análisis de la regeneración natural de Pinus pinaster Ait en los arenales de Almazán – Bayubas* (en línea). Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) 16 (1): 25-38. Consultado 07sep 2017. Disponible en [http://www.inia.es/gcontrec/pub/025-038-%281306%29-Analisis\\_1175077141250.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/025-038-%281306%29-Analisis_1175077141250.pdf)
- Schupp E.W. (1993). Quantity, quality and the effectiveness of seed dispersal by animals. *Vegetation* 107/108: 15–29.
- Stimm B.; E. Beck; S. Günter , N. Aguirre , E. Cueva , R. Mosandl & M. Weber. (2008). *Reforestation of abandoned pastures: seed ecology of native species and production of indigenous plant material*. In: E. Beck , J. Bendix , I. Kottke , F. Makeschin & R. Mosandl (eds.) *Gradients in a tropical mountain ecosystem of Ecuador*. Ecological Studies 198. Springer, Berlin.

- Vázquez Y.C., Orozco A. (1993). *Patterns of sedes longevity and germination in the tropical rain-forest*. Annual Review of Ecology and Systematics. 24: 69-87.
- Weinberger, R; Ramírez, C. (2001). *Microclima y regeneración natural de raulí, roble y coigüe (Nothofagus alpina, N. obliqua y N. dombeyi)* (en línea). Bosque 22 (1): 11-26. Consultado 02 sep 2017. Disponible en <http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v22n1/art02.pdf>
- Wehncke, E., S. Hubbell, R. Foster, J. Dalling. (2003). Seed dispersal patterns produced by white-faced monkeys: implications for the dispersal limitation of neotropical tree species. *Journal of Ecology* 91, 677-685.
- Zamora J. (2008). *Dispersión de semillas por aves y murciélagos frugívoros en claros naturales del bosque montano en la estribación suroriental de los andes del Ecuador*. Escuela de Biología del Medio Ambiente. Universidad del Azuay.



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

Av. Pío Jaramillo Alvarado y Reinaldo Espinosa, La Argelia

[bosqueslatitudcero@unl.edu.ec](mailto:bosqueslatitudcero@unl.edu.ec)

(+593) 72547275