

MEMORIAS

II

**Congreso Internacional
Bosques y Agroforestería
para el siglo XXI**

ESPOCH 2019

Del 20 al 22 de Noviembre



ESCUELA SUPERIOR
POLITÉCNICA
DE CHIMBORAZO



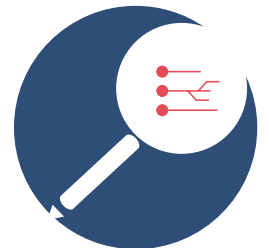
FACULTAD DE
RECURSOS NATURALES
ESPOCH



INFORGIS
Consultoría y Capacitación



Carrera de
Forestal



CIMOGSYS
CENTRO DE INVESTIGACIÓN

PISOMAD
PISMADE S.A.
TECNOLOGÍA EN PISOS Y REVESTIMIENTOS DE MADERA



AGENCIA ASESORA
PRODUCTORA DE SEGUROS



NOVOPAN



MEMORIAS

II

Congreso Internacional Bosques y Agroforestería para el siglo XXI

ESPOCH 2019
Del 20 al 22 de Noviembre

ISBN: 978-9942-801-15-9



9 789942 801159

EDITORES

Norma Ximena Lara Vasconez

Eduardo Patricio Salazar Castañeda

Vilma Fernanda Noboa Silva

Carlos Francisco Carpio Coba

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. Fernando Rivas, Decano Facultad Recursos Naturales
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

M.Sc. Vilma Noboa, Docente Carrera Forestal
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

M.Sc. Norma Lara, Docente Carrera Forestal
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

M.Sc. Eduardo Salazar MSc, Docente Carrera Forestal
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

COMITÉ ORGANIZADOR

Dr. Byron Vaca, Rector
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

Dr. Luis Fiallos, Vicerrector de Investigaciones y Posgrado
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

Dr. Fernando Rivas, Decano Facultad Recursos Naturales
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

M.Sc. Norma Lara, Directora de la Carrera Forestal
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

M.Sc. Hugo Rodríguez, Docente de la Carrera Forestal
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

M.Sc. Oscar Guadalupe, Docente Carrera Forestal
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

M.Sc. Julia Velastegui, Docente Carrera Forestal
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

M.Sc. Eduardo Salazar, Docente Carrera Forestal
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

M.Sc. Carlos Carpio, Docente Carrera Forestal
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador)

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

Equipo de Diseño CIMOGSYS

AGRADECIMIENTO

La gratitud es un don que todo ser humano debe tener y expresarlo.

Cuando la Comisión de Carrera tomó la decisión de realizar el Segundo Congreso Internacional de Bosques y Agroforestería para el siglo XXI, nuestras autoridades nos brindaron su total e irrestricto apoyo para el evento, queremos dejar constancia de nuestra gratitud a:

Dr. Byron Vaca B. PhD. Rector de la ESPOCH.

Dra. Gloria Miño C. PhD Vicerrectora Académica de la ESPOCH.

Dra. Rosa Saeteros H. PhD. Vicerrectora Administrativa de la ESPOCH

Dr. Luis Fiallos PhD. Vicerrector de Investigación de la ESPOCH.

Dr. Fernando Rivas F. PhD. DECANO DE LA FRN DE LA ESPOCH.

Dr. Juan Leon . PhD. VICEDECANO DE LA FRN.

Dr. Hugo Moreno PhD. DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA ESPOCH.

Dr. Luis Flores. DIRECTOR DE PUBLICACIONES.

PREFACIO

La primera edición del Congreso de Bosques y agroforestería para el siglo XXI, tuvo lugar en octubre del 2017, nació de la necesidad de proyectar a nuestra carrera hacia nuevos horizontes, y de dar a conocer el trabajo científico que se desarrolla tanto a nivel local como internacional. En aquella ocasión se contó con la participación de países hermanos entre los que constan Costa Rica, Argentina, China, Estados Unidos, Canadá, Honduras, Alemania, y por su puesto Ecuador.

Dos años más tarde en noviembre del 2019, se llevó a cabo la segunda edición del Congreso de Boques y Agroforestería para el siglo XXI, motivados por los buenos resultados del primer congreso, y respondiendo a la expectativa de docentes investigadores, estudiantes y del público en general; se realizó este segundo congreso, con la presencia de representantes de Brasil, Colombia y Perú, Costa Rica, China, Honduras, Alemania, Ecuador; quienes expusieron los trabajos de investigación más recientes en tres grandes grupos como son: la silvicultura, política, y ambiente.

Con el mismo cariño y dedicación presentamos la publicación de las ponencias y exposiciones magistrales, esperamos sea un aporte significativo para vuestro bagaje científico y que de aquí nazcan nuevas ideas que orienten tanto a investigadores, docentes y estudiantes en el desarrollo de nuevas investigaciones que den respuestas a la sociedad, sobre la problemática forestal como resultado del trabajo coordinado entre los diferentes actores del quehacer forestal.

Cordialmente

Ing. Carlos Carpio Coba MSc.

COORDINADOR GENERAL
SEGUNDO CONGRESO INTERNACIONAL DE
BOSQUES Y AGROFORESTERÍA PARA EL SIGLO XXI.

Ing. Norma Lara Vásconez

DIRECTORA DE LA CARRERA
INGENIERÍA FORESTAL

CONTENIDO

CAPÍTULO I. RESÚMENES	8
VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE LA “TARA” CAESALPINIA SPINOSA (MOLINA.) KUNTZE (FABACEAE), EN POBLACIONES NATURALES DE CAJAMARCA: DESCRIPTORES DE FRUTO Y SEMILLA.	9
MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES, APLICACIONES PARA LOS ESTUDIOS FORESTALES.	10
ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DEL COMPONENTE FORESTAL DEL CAMPUS “EL OLIVO”, UNIVERSIDAD TÉCNICA.	11
CAPÍTULO II. ARTÍCULOS	12
ESTIMACIÓN DE CARBONO ALMACENADO EN EL PÁRAMO DE LA PARROQUIA PASA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.	14
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS LIGADOS AL AGUA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN EL PÁRAMO DE LA CIÉNEGA EN LA REGIONAL SAN JOSÉ DE CHAZO–SANTA FE DE GALÁN.	25
SERVICIOS ECOSISTÉMICOS LIGADOS AL AGUA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN EL PÁRAMO DEL IGUALATA REGIONAL HUALCANGA.	37
DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN EL VEGETACION ANÁLOGA DE INDIVISO, BAQUERIZO MORENO, TUNGURAHUA.	49
MODELO DE GESTIÓN DE TURISMO ECOLÓGICO EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA – ORELLANA.	57
INFLUENCIA DEL RIZOBIUM Y MICORRIZAS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE CAESALPINIA SPINOSA L. TAYA, SAN PAPLO – PERÚ.	64
RELACIÓN POBLACIONAL DE TRES ESPECIES FORESTALES, AEGIPHILA FERRUGINEA, OREOPANAX ECUADORENSIS, VALLEA STIPULARIS; EN EL BOSQUE LEONAN DE LLUCUD, CANTÓN CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.	75
EVALUACIÓN DE LOS CONVENIOS DEL PROGRAMA NACIONAL DE REFORESTACIÓN EN LAS PARROQUIAS SANTIAGO DE QUITO, PALMIRA, PISTISHI Y COMPUTUD, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.	83
FACTOR DE FORMA DE LA ESPECIE EUCALYPTUS SALIGNA EN UNA PLANTACIÓN FORESTAL COMERCIAL.	95
DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN TABLEROS TRICAPA DE TECA (TECTONA GRANDIS), SEIKE (CEDRELINGA CATENAEFORMIS) Y MASCAREY (HYERONIMA ALCHORNEOIDES), EMPRESA PISMADE S.A., CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.	105
PROPIEDADES MECÁNICAS DE TABLEROS ALISTONADOS TRICAPA DE PINO (PINUS RADIATA) Y PIGUE (PIPTOCOMA DISCOLOR) PROPIEDAD DE LA EMPRESA PISMADE S.A.	114

CAPÍTULO I

RESÚMENES

VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE LA “TARA” *CAESALPINIA SPINOSA* (MOLINA.) KUNTZE (FABACEAE), EN POBLACIONES NATURALES DE CAJAMARCA: DESCRIPTORES DE FRUTO Y SEMILLA

J. J. Villena Velásquez¹, J. F. Seminario Cunya², M. A. Valderrama Cabrera²

(1) Escuela Profesional de Ingeniería Forestal Ambiental, Universidad Nacional Autónoma de Chota, PERÚ
jimjairo@hotmail.com

(2) Programa de Raíces y Tubérculos Andinos, Universidad Nacional de Cajamarca, PERÚ
prtaunc@unc.edu.pe

La “tara” o “taya” *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze (Fabaceae) es una especie sudamericana de importancia biológica, económica y cultural. Sus frutos y semillas son usados en medicina, alimentación y la industria, y provienen principalmente de poblaciones silvestres. El Perú es el principal exportador de “tara” y la región Cajamarca es el segundo productor en este país. Sin embargo, los estudios sobre variabilidad morfológica de la especie son escasos y confusos, lo cual limita su uso, estudio y conservación. Los estudios indican que los caracteres morfológicos discriminantes se encuentran en el fruto (vaina) y la semilla. Se reunieron 56 muestras de vainas de nueve provincias de la región Cajamarca. Mediante observación directa y con literatura especializada se establecieron once descriptores básicos de fruto y semilla, para determinar la variabilidad del germoplasma. Los datos se ingresaron a una matriz básica de datos y se procesaron con el programa NTSYS 2.2. Se identificaron siete morfotipos (clusters): Gigante, distribuida en Cajamarca, Contumazá y Chota; Blanca y Roja, distribuidas en las nueve provincias; Barbada, exclusiva de Celendín; Jancos, distribuida en Cajamarca, San Pablo y Santa Cruz; Ista, distribuida en Cajamarca y Contumazá; y Globo-bosa, distribuida en Cajamarca. Los cinco primeros componentes principales explicaron 73 % de la varianza total y los caracteres que más aportaron a esta varianza fueron ubicación del hilo, forma de semilla, relación largo/ancho de vaina, color del lado opuesto al sol, apariencia superficial de la vaina, presencia de pelos glandulares en la vaina, peso de la semilla y relación largo/ancho de la semilla.

Palabras clave: *Caesalpinia spinosa*, “tara”, variabilidad morfológica, descriptores, morfotipos, bosque natural.

MODELOS DE DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES, APLICACIONES PARA LOS ESTUDIOS FORESTALES

(Species Distribution Modeling, applications for Forestry studies)

D. Yáñez-Cajo^{1,2*}

(1) Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, km 7 vía Quevedo-El Empalme, Mocache.

danoyanez@gmail.com

(2) Precisión Ingeniería Digital, Ignacio Asín y Antonio Román, Sector San Fernando, Quito,

espacioprecision@gmail.com

*Autor de correspondencia: D. Yáñez Cajo

Los modelos de distribución de especies MDE, en muchas disciplinas se han convertido en una herramienta importante en la gestión ambiental del territorio, esto incluye la salud, epidemiología, biodiversidad, conservación, y los estudios forestales. Este trabajo se orienta a describir la importancia, procedimientos, análisis aplicaciones y controversias que se han dado en torno a esta poderosa herramienta, nos enfocamos en resaltar trabajos de aplicaciones en la gestión forestal y su conservación, además de y sus aplicaciones y posibles retos para el futuro en los sistemas forestales.

Palabras claves: Modelos de distribución de especies, registros de especies, métodos de modelamiento, Forestal

ÍNDICES DE BIODIVERSIDAD DEL COMPONENTE FORESTAL DEL CAMPUS “EL OLIVO”, UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE, IBARRA, ECUADOR.

J. L. Cué García^{1*}, E. Chagna¹ y W. Palacios²

(1) Docentes de la carrera de Ingeniería Forestal. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica de Norte. Dirección: Ciudadela Universitaria, Av. 17 de Julio 5-21 y General José María Cordova. Sector del Olivo. Ibarra, Ecuador.

(2) Docentes Jubilado de la carrera de Ingeniería Forestal. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Universidad Técnica de Norte. Dirección: Ciudadela Universitaria, Av. 17 de Julio 5-21 y General José María Cordova. Sector del Olivo. Ibarra, Ecuador

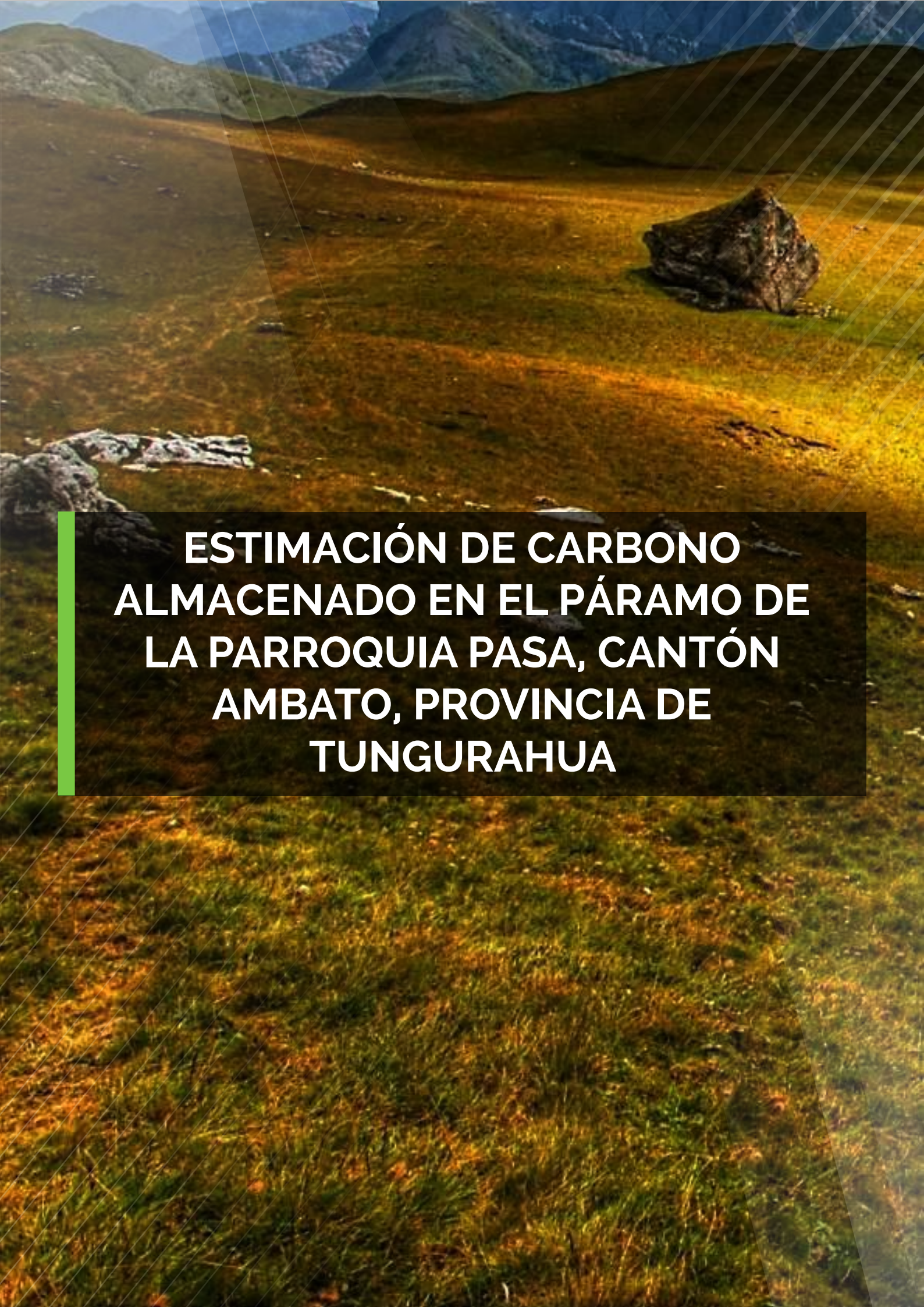
* Móvil: (593)0983004672 E-mail: jlcue@utn.edu.ec J. L. Cué García
WALTER ARMANDO PALACIOS CUENCA

En el Campus El Olivo, Universidad Técnica del Norte, se han desarrollado prácticas de plantación de especies de interés forestal desde creación. Determinar la biodiversidad del componente forestal de la misma fue el objetivo de la experiencia ejecutada en los meses de mayo y junio del 2019. Se realizó un censo, registrándose todos individuos leñosos que pertenecen al componente forestal del arbolado del campus. Fueron calculados índices de riqueza, de diversidad de equitabilidad. Los Índice de Margalef y de Menhinick muestran valores de 8,83 y 2,12, respectivamente. El índice de Shannon de 3.46 indica una diversidad alta, mientras que el índice Simpson de 0.04, ofrece la no existencia de especies dominantes, en tanto el índice de diversidad de Simpson, con el valor de 0.96, permite valorar la biodiversidad como alta. Por otra parte, los números de Hill, N1 igual 31,65 y N2 a 23,08, estiman la posibilidad de encontrar el número de especies abundantes y muy abundantes. La equitabilidad es alta, según los índices Pielou 0,85 y de Hill 0,73, respectivamente.

Palabras claves: biodiversidad, riqueza, diversidad, equitabilidad, arbolado

CAPÍTULO II

ARTÍCULOS



**ESTIMACIÓN DE CARBONO
ALMACENADO EN EL PÁRAMO DE
LA PARROQUIA PASA, CANTÓN
AMBATO, PROVINCIA DE
TUNGURAHUA**

ESTIMACIÓN DE CARBONO ALMACENADO EN EL PÁRAMO DE LA PARROQUIA PASA, CANTÓN AMBATO, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

(ESTIMATION OF CARBON CONTENT IN THE PÁRAMO ECOSYSTEM OF PASA POPULATION, CANTÓN AMBATO, PROVINCE OF TUNGURAHUA)

M. Gualpa, V. Espinoza*, D. Arcos.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Forestal Riobamba, Ecuador

*Correspondencia. E-mail: victor.espinoza@esPOCH.edu.ec (V. Espinoza)

RESUMEN

Se determinó el contenido de carbono almacenado en base a un diseño experimental estratificado al azar por tipo de vegetación, se instalaron tres unidades de muestreo de 400 m² cada una, a partir de 3600-4100 m.s.n.m; con intervalos de 150 m de altitud. El inventario de la vegetación herbácea mediante el método GLORIA, Para el muestreo de la biomasa aérea y necromasa en la parcela se anidaron subparcelas circulares, se recolecto las muestras en 4 cuadrantes de 0.25m² dos en cada subparcela. En el comportamiento suelo se tomaron muestras de 0-20cm, 20-40 cm y de 40-60cm, se evaluó el porcentaje de carbono orgánico en el suelo y la densidad aparente. Los resultados indican una diversidad florística representada por 44 especies, 39 de la vegetación herbácea y 5 de la vegetación arbórea. El contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea reporto un valor de 83.88 tC•ha⁻¹ para vegetación herbácea y de 158.50 tC•ha⁻¹ en la vegetación arbórea, en cuanto a necromasa con valores de 0.89 tC- ha⁻¹ y de 7.40 tC- ha⁻¹ respectivamente. El carbono almacenado en el suelo a 20 cm de profundidad es de 111.84 tC- ha⁻¹ la vegetación herbácea y de 122.45 tC- ha⁻¹ para la vegetación arbórea.

Palabras claves: ecosistema, paramo, vegetación arbórea, carbono, Biomasa.

ABSTRACT

The stored carbon content was determined Based on a randomized stratified experimental design by type of vegetation, three sampling units of 400 m² each were installed, from 3600-4100 m.s.n.m; with intervals of 150 m of altitude. The inventory of herbaceous vegetation using the GLORIA method. For the sampling of the aerial biomass and necromassage in the plot, circular subplots were nested, the samples were collected in 4 quadrants of 0.25m² two in each subplot. In the soil behavior, samples of 0-20cm, 20-40cm and 40-60cm were taken, the percentage of organic carbon in the soil and the apparent density were evaluated. The results indicate a floristic diversity represented by 44 species, 39 of the herbaceous vegetation and 5 of the tree vegetation. The carbon content stored in aerial biomass reported a value of 83.88 tC•ha⁻¹ for herbaceous vegetation and 158.50 tC•ha⁻¹ in tree vegetation, in terms of necromass with values of 0.89 tC-ha-1 and 7.40 tC- ha⁻¹ respectively. The carbon stored in the soil at a depth of 20 cm is 111.84 tC- ha⁻¹ for herbaceous vegetation and 122.45 tC- ha⁻¹ for tree vegetation.

Keywords: ecosystem, paramo, tree vegetation, carbon, Biomass.

1. Introducción

El páramo es el ecosistema más frágil que posee la provincia de Tungurahua, en los últimos tiempos se ha visto afectado principalmente por el cambio del uso del suelo y el avance de la frontera agrícola, pese a su gran importancia en la provisión de servicios hidrológicos y protección de la biodiversidad, en cuanto a su capacidad para almacenar carbono es un tema prácticamente desconocido para la mayoría de personas. Dentro del nuevo modelo de gestión del Honorable Gobierno Provincial de Tungurahua se da la importancia que este ecosistema tiene en cuanto sus servicios ambientales, a través del Plan de Manejo de Páramo Pasa 2018 financiado por Gobierno Provincial de Tungurahua, el Fondo de Manejo de Páramo y Lucha contra la Pobreza, el cual es ejecutado por la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas, se determinó el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea y en el suelo, con el objetivo de presentar a las comunidades locales y de la provincia la importancia de tal servicio ambiental y la necesidad de multiplicar las acciones para conservar el ecosistema páramo y así evitar el avance de la frontera agrícola y por consiguiente el cambio del uso del suelo, los cuales son las principales causales para la alteración y destrucción de ecosistemas, lo que acelera el cambio climático.

Es imperativo que las comunidades locales, principales actores de la conservación del páramo reciban beneficios: económicos, sociales, ambientales. La presente investigación recopiló información de indicadores que sustentaran la valoración por conservación ya que resalta varios servicios ambientales que brinda el ecosistema páramo, tales como: protección de fuentes hídricas, aumento en la cantidad y calidad de agua, conservación de especies de flora y fauna y además el secuestro y almacenamiento de carbono que se puede negociar como medida para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociados a deforestación y degradación forestal.

Al conocer valores reales en cuanto al almacenamiento de carbono en los diferentes sumideros, se plantearán proyectos que contribuyan a la mitigación del cambio climático, los mismos se podrán trabajar con las comunidades y las instituciones que se encuentran dentro del convenio del Plan de Manejo de Páramos Pasa.

2. Materiales y Métodos

2.1. Delimitación del área en estudio

La parroquia Pasa geográficamente se encuentra ubicada en el sector occidental de Tungurahua, a 17 km de Ambato con una extensión total de 4.884 ha. De las cuales 1.987 ha están formadas por bosque nativo y páramo herbáceo. Ecosistemas manejados bajo un esquema de conservación. Al existir los dos tipos de vegetación fueron seleccionados para la estimación de contenido de carbono.

2.2. Características específicas del campo experimental.

El presente estudio se realizó en la vegetación herbácea y arbórea de 4 pisos altitudinales en el páramo de la parroquia Pasa. La fase de campo se inició el 16 de agosto del 2018 y culminó el 21 de febrero del 2019. Para la ejecución de la investigación se tomaron los datos en 12 parcelas de la vegetación herbácea y 6 parcelas en la vegetación arbórea, en este caso fueron 6 ya que no existe vegetación arbórea en la altitud 1 y altitud 2. Las especificaciones del campo experimental fueron:

Número de tratamientos: 18 con 3 repeticiones

Número de unidades experimentales: 53

2.3. Establecimiento de parcelas para el muestreo

En la vegetación herbácea se instalaron 12 parcelas y en la vegetación arbórea 6 parcelas con unidades de muestreo permanentes de forma cuadrada con la dimensión de 20x20 m en base a la metodología propuesta por CONDESAN (2013), con una modificación en el tamaño de las parcelas.

2.4. Inventario de la vegetación

Para el inventario de la vegetación herbácea en la parcela general de 400 m² se aplicó parte de la metodología GLORIA (Iniciativa para la Investigación y el Seguimiento Global de los Ambientes Alpinos, (2003), mediante la instalación de una unidad de muestreo anidada de 25 m² por piso altitudinal en el centro de cada parcela. Para su establecimiento se ubicó el punto de inicio (Subparcela 1) a partir de ahí se midió 5 m horizontales con un azimut de 0° (norte franco) ubicando el punto 2 (Subparcela 2), luego con un azimut de 180° (Este franco) y a 5 m

2.5. Estimación de carbono de la necromasa de la vegetación herbácea

En la parcela general de 20 x 20 m se anidaron subparcelas circulares con un radio de 10 y 5 m, se recolecto la necromasa en 4 cuadrantes de 0.25 m², dos en la subparcela circular de 10 m radio y dos en la subparcela de 5 m de radio, en forma de cruz (Gráfico 7). Las muestras de necromasa recolectadas, se pesó y se llevó al laboratorio para su secado (usualmente entre 48 y 72 horas) a 70 °C (Rügnitz *et al.*, 2009). Para la estimación de contenido de carbono en la necromasa se multiplico el valor de necromasa seca por 0,5 como indica el IPCC (IPCC 1996).

2.6. Estimación de carbono en la biomasa de la vegetación herbácea

En la parcela general de 20 x 20 m se anidaron dos parcelas circulares con un radio de 10 y 5 m. En cada parcela circular se cosecho la biomasa en 4 cuadrantes o sub unidades de muestreo de 0.25 m² dos en la subparcela circular de 10 m de radio y dos en la de 5 m de radio, en forma de cruz. En las cuatro subunidades de muestreo de 0.25 m², se cosecho toda la vegetación presente, cortándola al ras del suelo con una tijera podadora. Las muestras colectadas fueron pesadas, empacadas y se las traslado al laboratorio para determinar el contenido de carbono. Las muestras de biomasa fueron secadas a 70° C entre 48 a 72 horas hasta alcanzar su peso seco. Para estimar el contenido de carbono por subparcela se calculó el contenido de humedad (ecuación 1).

Ecuación 1

$$CH = \frac{PVS - PSS}{PVS}$$

Dónde: CH es el contenido de humedad, Pvs es el peso verde de la submuestra (g) y Pss es el peso seco de la submuestra (g)

Para el cálculo de carbono por subparcela se lo realizó con la ecuación 2.

Ecuación 2

$$Y = PVT - (PVT \times CH)$$

Dónde: Y es la biomasa por subparcela y compartimiento (g), PVT es el peso húmedo total de la muestra (g) y CH el contenido de humedad de

la submuestra. Para convertir los datos de biomasa a cantidad de carbono, se multiplicó el valor de biomasa por 0,5 como indica el IPCC (1996).

2.7. Estimación de carbono del suelo en la vegetación herbácea

En las 12 unidades de muestreo de 20 x 20 m, con el barreno se procedió a la toma de 5 submuestras a tres profundidades: 0-20 cm, 20-40 cm y de 40-60 cm, las submuestras se tomaron en cada esquina de la parcela y una en el centro. Las submuestras se mezclaron formando una muestra compuesta por cada profundidad. Las muestras se empacaron herméticamente y se etiquetaron con el número de parcela, la vegetación, la profundidad, altitud, y responsable del muestreo.

La características físicas y químicas de las muestras se realizaron con los siguientes métodos: porcentaje de materia orgánica (ignición), % de carbono orgánico en el suelo (Walldey & Black), densidad aparente g/cm³ (gravimétrico-cilindro), densidad real g/cm³ (Gravimétrico-picnómetro), textura (Bouyoucus), pH (electroquímico), conductividad eléctrica (electroquímico), nitrógeno en ppm (Dumas), fósforo en ppm (UV-VIS), potasio (meq/100 g), calcio (meq/100), magnesio (meq/100), Cobre en (meq/100), manganeso (meq/100), zinc en (meq/100).

2.8. Estimación de carbono en el bosque nativo

La estimación de contenido de carbono en la biomasa de la vegetación arbórea, se realizó por el método indirecto con la siguiente ecuación general propuesta por Calderon & Lozada, (2010).

$$BA = VC + D + FEB$$

Donde:

BA=Biomasa aérea (ton/ha)

VC= Volumen comercial (m³)

V= AB*H*FF

AB= (DAP)² * π /4

D= Densidad básica de la madera (t/m³)

FEB= Factor de expansión de la biomasa.

2.9. Estimación de carbono de la necromasa en el bosque nativo

En la parcela general de 20 x 20 m instaladas en

la vegetación arbórea, se anidaron subparcelas circulares con un radio de 10 y 5 m, se recolectó la necromasa en 4 cuadrantes de 0.25 m², dos en la subparcela circular de 10 m radio y dos en la subparcela de 5 m de radio, en forma de cruz. Las muestras de necromasa recolectadas fueron: hojarasca, ramas caídas, individuos muertos en pie, se pesó y se llevó al laboratorio para su secado a 70 °C (Rügnitz et al., 2009).

2.10. Estimación de carbono del suelo en el estrato arbóreo

En las 6 parcelas permanentes de 20 x 20 m instaladas en el estrato arbóreo se procedió a la toma de 5 submuestras, una en cada esquina de la parcela y una en el centro. Con el barreno se tomaron muestras a tres profundidades, 0-20 cm, 20-40 cm y de 40-60 cm, cada una de las submuestras se mezcló formando una muestra compuesta por cada profundidad. La características físicas y químicas de las muestras se determinaron por los siguientes métodos: porcentaje de materia orgánica (ignición), % de carbono orgánico en el suelo (Walldey & Black), densidad aparente g/cm³ (gravimétrico-cilindro), densidad real g/cm³ (Gravimétrico-picnómetro), textura (Bouyoucos), pH (electroquímico), conductividad eléctrica (electroquímico), nitrógeno en ppm (Dumas), fósforo en ppm (UV-VIS), potasio (meq/100 g), calcio meq/100, magnesio meq/100, cobre en meq/100, manganeso meq/100, zinc en meq/100.

3. Resultados y Discusión

3.1. Inventario en la vegetación herbácea

En la composición florística del páramo herbáceo de 3600-4200 m.s.n.m. la familia dominante es Asteraceae con la mayor diversidad relativa del 25.64%, Poaceae con el 12.82%, y las familias menos abundantes: Alstroemeriaceae, Blechnaceae, Caryophyllaceae, Cyperaceae, Ericaceae, Geraneaceae, Lycopodiaceae, Polygalaceae, Polygonaceae, Ranunculaceae con un valor similar de 2.56% para cada una de ellas.

Los resultados a nivel de familias predominantes en esta investigación concuerdan con lo determinado por Pujos, (2013) quien reportó a las familias; Asteraceae, Poaceae y Apiaceae como las más diversas en el páramo de las organizaciones del pueblo Chibuleo, provincia de Tungurahua con

similar método de muestreo.

3.1.2 Índice de Shannon -Weaver

Según el índice de Shannon- Weaver la diversidad es media al encontrarse entre los valores 1.36-3.5 en los 4 pisos altitudinales evaluados, siendo el piso altitudinal 3 el que mayor diversidad presentó con 3.13 y el valor más bajo 2.09 que corresponde al piso altitudinal 4 (Tabla 1). El índice promedio de Shannon-Weaver con un valor de 2.58 para una altitud de 3600-3750 m.s.n.m es ligeramente superior al valor de 2.39 determinado en el estudio realizado en el páramo herbáceo de Pasa (Londo, 2018) resultados que confirman la diversidad media que posee el sitio evaluado.

3.1.3. Índice de Simpson

El índice de Simpson fluctúa de 0,63- 0.84 lo que representa la diversidad es de media a alta. Los pisos altitudinales que presentan diversidad media son los pisos 1 y 4. Mientras que los pisos 2 y 3 presentan diversidad alta. El piso altitudinal 4 es el que presenta un menor valor con un 0.63 mientras que el piso altitudinal 3 es el que presenta el mayor valor con un 0.84 (Tabla 2). El índice promedio de Simpson con un valor de 0.75 para el estrato herbáceo es ligeramente menor al determinado en el estudio realizado en el páramo herbáceo de Pasa (Londo, 2018).

3.1.4. Índice de Jaccard.

Según el índice de similitud de Jaccard en el muestreo presenta alta similitud entre la parcela 2 y la parcela 3 en un rango altitudinal de 3750-3900 m.s.n.m y 3900-4050 m.s.n.m respectivamente con un valor del 88 % y la menor similitud se presentó entre las parcelas 1 y 4 con el 15 % de similitud.

3.2. Inventario de la vegetación arbórea

3.2.1. Índice de valor de importancia de las familias y especies arbóreas del bosque nativo.

En la composición florística del bosque nativo de 3750-4050 m.s.n.m la familia dominante es Rosaceae con la mayor diversidad relativa del 46.86%, al registrar el mayor número de individuos mientras que la familia con el menor índice es Scrophulariaceae con el menor número de individuos y una sola especie con un valor de 8.31%. Los resultados obtenidos a nivel de familias

predominantes a nivel de la vegetación arbórea en esta investigación son similares al comparar con el 61,33 % de la familia Rosaceae y el 38,66% para la familia Asteraceae de acuerdo al estudio del Bosque Sachafilo de la parroquia desarrollado por Londo, (2018).

En cuanto al índice de valor de importancia de acuerdo a las especies registradas dentro del estrato arbóreo (Tabla 3), la especie *Polylepis reticulata* (Rosaceae) presenta el mayor índice de diversidad con un 88,74 % siendo la especie de mayor valor dentro de nuestro estudio para este tipo de vegetación evaluada, seguida de la especie *Gynoxys buxifolia* (Kunth) Cass (Asteraceae) con un I.V.I. de 10,76% y finalmente con el menor índice de valor de importancia fue *Gynoxys fuliginosa* (Kunth) Cass (Asteraceae). Resultados que difieren con el estudio desarrollado a similar altitud localizado a una distancia de 2 km, donde se reportó a las especies con el mayor I.V.I.; *Polylepis incana* y *Gynoxys halli* Hieron según Londo, (2018).

Las especies diagnosticadas según MAE, (2012) son: *Buddleja incana*, *B. pichinchensis*, *Columellia oblonga*, *Escallonia myrtilloides*, *Geranium ayavacense*, *Gynoxys acostae*, *G. cuicochensis*, *G. hallii*, *Hesperomeles ferruginea*, *H. obtusifolia*, *Luzula gigantea*, *Polylepis incana*, *P. lanuginosa*, *P. microphylla*, *P. pauta*, *P. reticulata*, *P. sericea*, *P. weberbaueri*, *Rubus coriaceus*, de las cuales: *Polylepis reticulata*, *Buddleja incana*, *Gynoxys* sp coinciden con los resultados de esta investigación de forma parcial.

3.2.2. Índice de Shannon -Weaver

El índice de diversidad de Shannon-Weaver calculado de las especies arbóreas es de 0.80 (Tabla 4), Según la interpretación de (Smith & Smith, 2007), la vegetación arbórea presenta una comunidad forestal diversa. Este resultado concuerda con el de Londo, (2018) en el que el índice de Shannon-Weaver fue de 0.79 encontrándose en el mismo rango de comunidad forestal diversa. Cuyo estudio fue realizado en el bosque Sachafilo, del páramo en conservación de la parroquia Pasa.

3.2.3. Índice de Simpson

El índice de diversidad de Simpson calculado de las especies arbóreas es de 0.42 (Cuadro 18), Según la interpretación de (Smith & Smith, 2007) (Tabla 5), la

vegetación arbórea presenta una Diversidad media. Este resultado concuerda con el de Londo, (2018) en el que el IDS fue de 0.53 encontrándose en el mismo rango de diversidad media.

3.3. Análisis del contenido del carbono

3.3.1. Análisis de varianza del tC•ha-1 almacenado en la biomasa aérea

Según el análisis de varianza (Tabla 6) para el carbono orgánico en la biomasa de la vegetación herbácea y arbórea los resultados presentaron que hay diferencias altamente significativas para la variable tratamientos y diferencias significativas en el factor vegetación e interacción. El coeficiente de variación fue de 26.04 % con una media de 109.30 tC•ha-1.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el carbono orgánico en la biomasa se estableció que la variable vegetación presenta 2 rangos de significancia (a, b), la vegetación arbórea alcanzo el rango "a" con una media de 125.79 tC•ha-1 mientras que la vegetación herbácea alcanzo el rango "b" con la media más baja de 83.88 tC•ha-1.

En el presente estudio se determinó que la vegetación arbórea es la que mayor cantidad de carbono orgánico almacena con una media de 125,79 tC•ha-1, frente a la vegetación herbácea que presenta una media de 83,88 tC•ha-1. Los valores aquí obtenidos guardan concordancia con los valores de los resultados obtenidos por Ayala, Villa, Aguirre, & Aguirre, (2014) en donde se obtuvo un valor medio de 153,86 tC•ha-1 en la biomasa del páramo arbustivo; y, 115,30 tC•ha-1 en la biomasa del páramo herbáceo del PNY, la variación de concentración de carbono en la biomasa, es debido al tipo de vegetación mientras más leñosas sean las especies que conforman un estrato, es mayor la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico del mismo. Esta tendencia del incremento del almacenamiento de carbono en especies leñosas es corroborada por los resultados obtenidos por Santín y Vidal (2012), en los páramos del PNP donde señalan que la biomasa y necromasa de mayor contenido de carbono es la de tipo arbustivo, con un valor de 1,45 kg/C/m² y, en el páramo herbáceo el menor valor es 0,29 kg/C/m².

3.3.2. Análisis de varianza de tC•ha-1 almacenado en la necromasa

Según el análisis de varianza (Tabla 7) para el carbono orgánico en la necromasa de la vegetación herbácea y arbórea los resultados presentaron diferencias altamente significativas en los tratamientos, altitud, vegetación e interacción y entre los tratamientos vs el resto. El coeficiente de variación fue de 13.34% con una, media de 3.05 tC•ha-1.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el carbono orgánico en la necromasa se estableció que la vegetación presenta 2 rangos de significancia (a, b), la vegetación arbórea alcanzo el rango "a" con una media 7.40 tC•ha-1 mientras que la vegetación herbácea alcanzo el menor rango "b" con 0.89 tC•ha-1. En la interacción entre los testigos y el resto de tratamientos presenta 2 rangos de significancia (a, b), la media más alta con 4.14 tC•ha-1, mientras que la menor fue de 0.86 tC•ha-1.

3.3.3. Análisis de varianza de tC•ha-1 almacenado en el suelo

Según el análisis de varianza para el carbono orgánico en el suelo de los dos tipos de vegetación los resultados presentaron diferencias significativas entre el testigo y el resto y diferencias altamente significativas entre la altitud inferior y superior. El coeficiente de variación fue de 46.26 % con una, media de 130.27 tC•ha-1.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el carbono orgánico en el suelo de los dos tipos de vegetación se estableció que en la interacción entre los testigos y el resto de tratamientos presenta 2 rangos de significancia (a, b), la media más alta con el rango "a" de 156.51 tC•ha-1, mientras que el menor fue de 117.15 tC•ha-1 con el rango "b". En la interacción entre la altitud superior e inferior de tratamientos presenta 2 rangos de significancia (a, b), la media más alta con 200.47 tC•ha-1, para el rango "a", mientras que la menor fue de 112.56 tC•ha-1 para el rango "b".

Los resultados obtenidos para la cantidad de carbono orgánico almacenado en la necromasa, presenta una variabilidad con respecto a la altitud. Así en el rango altitudinal de 3900-4050 msnm, se obtuvo una media de 4,96 tC•ha-1, m, mientras que para el rango altitudinal de 3750 3900 msnm se determinó una media de 3,33 tC•ha-1. Estos resultados guardan

concordancia con los expresado por (Mena et al., 2000; Couteaux et al., 2002).

La tasa de descomposición a mayores altitudes es más lenta en los suelos, debido a la gran humedad sumada a climas fríos, lo que resulta en una capa gruesa de suelo orgánico. En relación a la cobertura vegetal determinó que la vegetación arbórea es la que mayor cantidad de carbono orgánico almacena con una media de 7,40 tC•ha-1, frente a la vegetación herbácea que presenta una media de 0,89 tC•ha-1. Los datos aquí obtenidos guardan concordancia con los datos obtenidos por Ayala, L, Villa, M, Aguirre, Z & Aguirre, N (2014) en donde se obtuvo un valor medio de 5,19 tC•ha-1 en la biomasa del páramo arbustivo; y 0,87 tC•ha-1 en la biomasa del páramo herbáceo del PNY, la variación de concentración de carbono en la biomasa es debido al tipo de vegetación mientras más leñosas sean las especies que conforman un estrato, es mayor la capacidad de almacenamiento de carbono orgánico del mismo.

4.- Conclusiones

Según el Índice de Shannon y Simpson la diversidad es alta con un valor de 2.58 y 0.75 respectivamente, la especie dominante es *Plantago rígida* en la altitud de 3600-3750 m.s.n.m, *Calamagrostis* intermedia de 3750-3900 m.s.n.m, *Azorella pendunculata* de 3900-4050 m.s.n.m. y 4050- 4200 m.s.n.m. La similitud en cuanto a las especies es mayor entre la altitud 1(3600-3750) y la altitud 3 (3900-4050) y la menor similitud esta entre la altitud 2 (3750-3900) y la altitud 4 (4050-4200) en la vegetación herbácea.

De las especies registradas en el bosque *Polylepis reticulata* (Rosaceae) presenta el mayor índice de diversidad y con el menor índice de valor de importancia fue *Gynoxys fuliginosa* (Kunth) Cass (Asterácea), el índice según Shannon-Weaver y Simpson la diversidad es media con un valor de 0.80 y 0.53 respectivamente.

El contenido de carbono en el compartimiento de la biomasa es de 83.88 tC•ha-1 en la vegetación herbácea y de 158.50 tC•ha-1 para la vegetación arbórea y en la biomasa de 0.89 tC•ha-1 y 7.40 tC•ha-1 respectivamente y en el suelo a 20 cm de profundidad es de 111.84 tC•ha-1 y 122.45 tC•ha-1 respectivamente. En la zona de protección de paramo, se estimó que la cantidad de carbono almacenada es de 404738, 67 tC. El mismo que

se encuentra distribuido de la siguiente manera: 149788.807 tC en 172,65 has de bosque nativo para la vegetación arbórea y 354949,86 tC en 1085,35 has de herbazal de páramo.

5.- Referencias

1. Alvarado, M., & Gavilánez, A. (2012). Línea base de los cinco humedales de la comunidad Chocavi-paramo de Igualata. (Tesis de grado. Biotecnología Ambiental). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Químicas. Riobamba-Ecuador. Citado el 15 de noviembre del 2018. Disponible en: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/236T0177%20(1).pdf
2. Arcos, M. (2010). Influencia de la cobertura vegetal en la capacidad de infiltración de agua en suelos de páramo. Obtenido de Universidad San Francisco.
3. Baca-G, A. E. (2014). Reflexiones sobre los procesos de ocupación humana en los páramos. Situación actual del páramo Volcán Chiles. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cien,217-226. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v17n1/v17n1a24.pdf>
4. Bayas, D. (2015). Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema Páramo del Cantón Tisaleo Provincia de Tungurahua. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). ESPOCH. Riobamba. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3953/1/33T0142%20.pdf>
5. Calderon, M., & Lozada, V. 2010. Determinación de biomasa y contenido de carbono en plantaciones forestales de *Polylepis uncana* y *Polylepis reticulata*. (Tesis de grado. Obtenido de Tesis, Ingeniería Forestal, Escuela Politécnica Nacional, Quito: Disponible en: <http://www.sidalc.net/repdoc/A11216e/A11216e.pdf>
6. Caranqui, J., Lozano, P., & Julio, R. (2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva e Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. UTE, V.7-N.1. Disponible en: https://www.academia.edu/24022075/Composici%C3%B3n_y_diversidad_flor%C3%A1stica_de_los_p%C3%A1ramos_en_la_Reserva_de_Producci%C3%B3n_de_Fauna_Chimborazo_Ecuador_Composition_and_diversity_of_High_Andean_in_the_Fauna_Production_Reserve_Chimborazo_Ecuador
7. Casasbuenas, L.; Prieto, J; Estupiñán, L.H. 2006. Efecto de la quema sobre algunas propiedades físico-químicas del suelo en el páramo Rabanal, Samacá Boyacá. Rev.U.D.C.A Act. & Div. Cient. 9(1):97-106
8. Cortés-Duque, J., & Sarmiento, C. 2013). Visión socioecosistémica de los páramos y la alta montaña colombiana: memorias del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos. Obtenido de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: Disponible en: file:///C:/Users/Xp/Downloads/vision_socioecosistemica_paramos.pdf
9. Corporación de Estudios y Publicaciones. 2017. Legislación Forestal. Quito, Ecuador: Talleres de la Corporación de Estudios y Publicaciones.
10. Food and Agriculture Organization. 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-bl001s.pdf>
11. Food and Agriculture Organization. 2017. Inventario forestal. Obtenido de Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS), Organización de las naciones unidas para la alimentación y agricultura: Disponible en: <http://www.fao.org/sustainableforest-management/toolbox/modules/forest-%20inventory/basic-knowledge/es/>.
12. Haro, F. 2012. Determinación de Carbono Orgánico en la biomasa y suelo del Páramo de la comunidad Pichan Central-San Isidro. Obtenido de Tesis de Grado, Biotecnología Ambiental, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2495/1/236T0076.pdf>
13. Hofstede, R., Mena, P., & Segarra, P. 2003. EcoCiencia Fundación Ecuatoriana de estudios Ecológicos, EC. Obtenido de Iniciativa global de turberas. Comité Nacional de la UICN de los Países Bajos: <https://portals.iucn.org/library/node/8392>
14. Lorenzo, E. 2004. El mercado de carbono en América Latina y el Caribe: balance y perspectivas. Santiago de Chile: Naciones Unidas, Santiago de

Chile. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5620/1/S043136_es.pdf

15. Loyola, R. Guía de inventario de la flora y vegetación. Obtenido de Ministerio del Ambiente: (2015). Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wpcontent/uploads/sites/6/2013/10/GU%C3%83-A-DE-FLORA-YVEGETACI%C3%83%E2%80%9CN.compressed.pdf>

16. Mayer, C. 2013. Una mirada a los impactos del Programa GESOREN en Tungurahua Disponible en <https://iiif.deutsche-digitalebibliothek.de/binary/7ba5ae6f-92d8-4398-9c23-ea7f5715904f>

17. Medina, G. (1999). Paramo, Órgano de difusión del grupo de trabajo en paramos del Ecuador, El páramo como espacio de mitigación de carbono atmosférico. Quito, Ecuador: Abya Yala, Casilla 17-12-719.

18. Mena, P., & Hofstede, R. 2006. Los páramos del Ecuador. Obtenido de Proyecto de Páramo. Disponible en: : <http://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=49243>

19. Mena, P., & Medina, G. (s/f). La biodiversidad de los Páramos en el Ecuador. Disponible en: <https://docplayer.es/6123304-La-biodiversidad-delos-paramos-en-el-ecuador-patricio-mena-vasconez-y-galo-medinaintroduccion.html>. Mota Cesar, C. A.-L.-B. (s/f). Investigación sobre la absorción de CO2 por los cultivos más representativos. LesCO2. Disponible en: http://www.lessco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_espanol.pdf

20. Padilla, E. 2005. ResearchGate. Obtenido de Análisis de las emisiones de CO2 y sus factores explicativos en las diferentes áreas del mundo: https://www.researchgate.net/publication/24138217_Analisis_de_las_emisiones_de_CO2_y_sus_factores_explicativos_en_las_diferentes_areas_del_mundo

21. Podwojewski, Pascal & Poulenard, Jérôme. 2000. La degradación de los suelos de los páramos. Los solos del paramo. Serie Paramo. 5. 27-36.

22. PROMAS. (2009), Programa de manejo de agua y suelo. Los suelos andinos y sus componentes. Cuenca, Ecuador

23. Ramírez, M. 2013. Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo en siete

comunidades de OSG UNOCANT. Disponible en: Tesis Ingeniería forestal ESPOCH. Riobamba

<http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2790/1/33T0112%20.pdf>

24. Smith Thomas M., S. R. 2007. Ecología. Madrid, España: Disponible en: http://www.geografiafisica.org/sem_2016_02/geo131/fuentes/SMITH-Ecologia.PDF

25. Sturm, H.; Rangel, O. 1985. Ecología de los páramos andinos: Una Visión Preliminar Integrada. Instituto de Ciencias Naturales (ICN). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 292p.

Tabla 1. Índice de Shannon-Weaver del estrato herbáceo

	Altitud Rango	Altitudinal	Valor calculado	Valor referencial	Interpretación
1	3600-3750		2.44	1.6-3.0	Diversidad media
2	3750-3900		2.69	1.6-3.0	Diversidad media
3	3900-4050		3.13	>3.5	Diversidad media
4	4050-4200		2.09	1.6-3.0	Diversidad media

Tabla 2. Índice de Simpson del estrato herbáceo.

	Altitud Rango	Altitudinal	Valor calculado	Valor referencial	Interpretación
1	3600-3750		0.74	0,35 – 0,75	Diversidad media
2	3750-3900		0.81	0,76 – 1,00	Diversidad alta
3	3900-4050		0.84	0,76 – 1,00	Diversidad alta
4	4050-4200		0.63	0,35 – 0,75	Diversidad media

Tabla 3. Índice de Valor de Importancia de las especies arbóreas.

Familia	Especie	# Ind.	AB	Dom R	Den R	IVI
Rosaceae	<i>Polylepis reticulata</i>	407	8.14	94.01	73.47	83.74
Scrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i>	19	0.26	3.02	3.43	3.22
Asteraceae	<i>Grosvenoria campii</i> R.M. King & H. Rob	13	0.04	0.43	2.35	1.39
Asteraceae	<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass	109	0.16	1.84	19.68	10.76
Asteraceae	<i>Gynoxys fuliginosa</i> (Kunth) Cass	6	0.06	0.70	1.08	0.89
		554	8.66	100	100	100

Tabla 4. Índice de Shannon-Weaver del estrato arbóreo.

Familia	Especie	#	Pi	Log e Pi	Pi* (Log e Pi)
Rosaceae	<i>Polylepis reticulata</i> Kunth	407	0.73	-0.31	-0.23
Scrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i>	19	0.03	-3.37	-0.12
Asteraceae	<i>Grosvenoria campii</i> R.M. King & H. Rob	13	0.02	-3.75	-0.09
Asteraceae	<i>Gynoxis buxifolia</i> (Kunth) Cass	109	0.20	-1.63	-0.32
Asteraceae	<i>Gynoxys fuliginosa</i> (Kunth) Cass	6	0.01	-4.53	-0.05
		554			-0.80

Tabla 5. Índice de Simpson del estrato arbóreo.

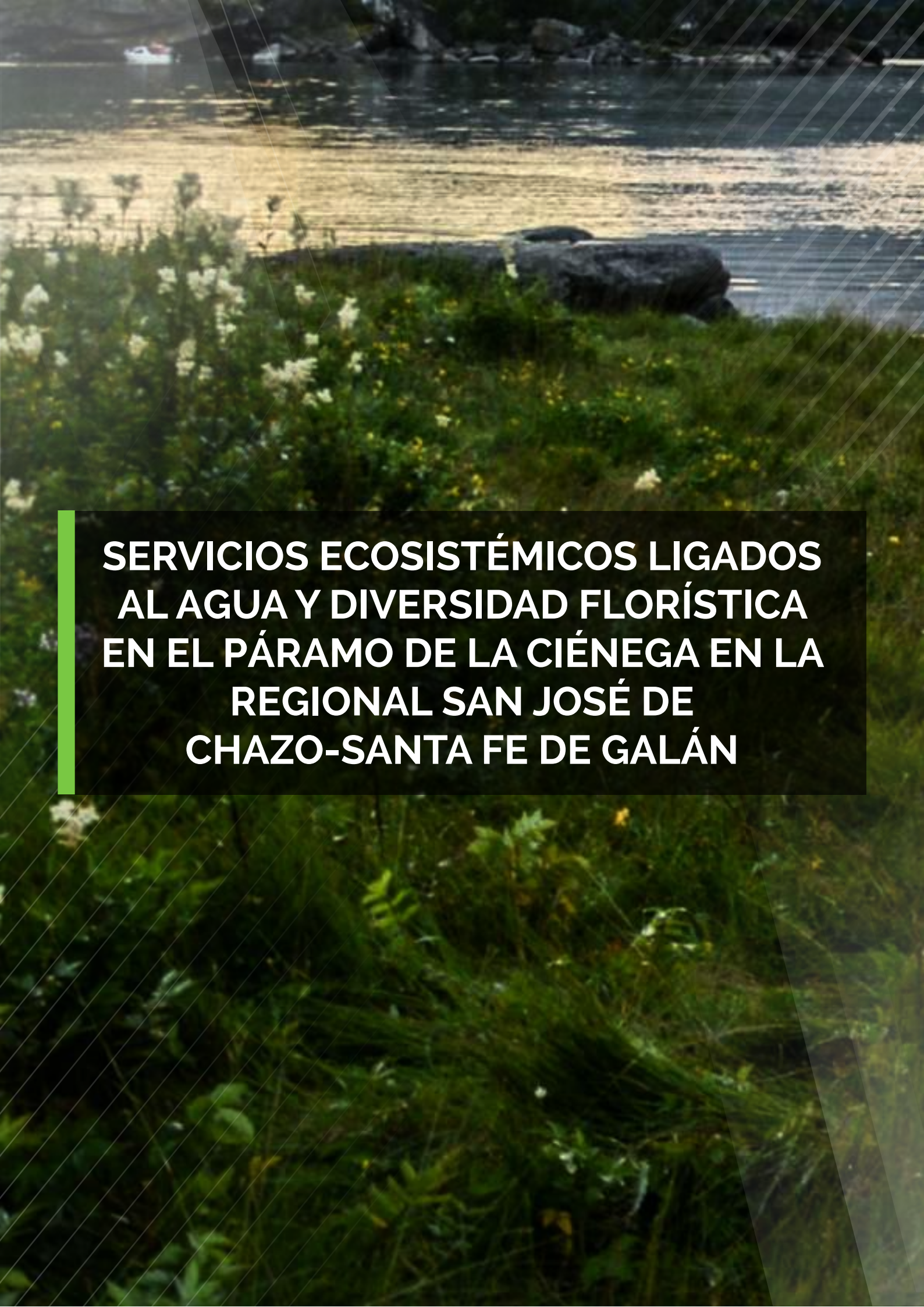
Familia	Especie	#	Pi	Pi^2
Rosaceae	<i>Polylepis reticulata</i>	407.00	0.73	0.54
Scrophulariaceae	<i>Buddleja incana</i>	19.00	0.03	0.00
Asteraceae	<i>Grosvenoria campii</i> R.M. King & H. Rob	13.00	0.02	0.00
Asteraceae	<i>Gynoxis buxifolia</i> (Kunth) Cass	109.00	0.20	0.04
Asteraceae	<i>Gynoxys fuliginosa</i> (Kunth) Cass	6.00	0.01	0.00
		554.00		0.58

Tabla 6. Análisis de varianza de (tC•ha-1) en la biomasa.

F. Variación	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	Interpretación
Total	17	49069.90				
Bloques	2	3037.00	1518.50	1.87	0.20	ns
Tratamiento	5	37931.72	7586.34	9.36	0.00	**
Altitud	1	7960.36	5093.91	6.29	0.03	*
Vegetación	1	16705.18	16705.18	20.62	0.00	*
Interacción	1	7561.63	7561.63	9.33	0.01	*
Ts vs Resto	1	5093.91	5093.91	6.29	0.13	ns
Al 1 vs Al2	1	0.00	0.00	0.00	1.00	ns
Error	10	8101.17	810.12			
CV %			26.04			
Media			109.30			

Tabla 7. Análisis de varianza de tC•ha-1 en la necromasa.

F. Var	Gl	S. Cuad	C. Medio	Fisher	P. Fisher	Ínter.
Total	17	186.44				
Bloques	2	0.05	0.02	0.14	0.87	ns
Tratamiento	5	184.74	36.95	223.33	0.00	**
Altitud	1	7.99	43.14	260.74	0.00	**
Vegetación	1	126.92	126.92	767.16	0.00	**
Interacción	1	6.20	6.20	37.45	0.00	**
Ts vs Resto	1	43.14	43.14	260.74	0.00	**
Al 1 vs Al2	1	0.49	0.49	2.98	0.11	ns
Error	10	1.65	0.17			
CV %			13.34			
Media			3.05			



**SERVICIOS ECOSISTÉMICOS LIGADOS
AL AGUA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA
EN EL PÁRAMO DE LA CIÉNEGA EN LA
REGIONAL SAN JOSÉ DE
CHAZO-SANTA FE DE GALÁN**

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS LIGADOS AL AGUA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN EL PÁRAMO DE LA CIÉNEGA EN LA REGIONAL SAN JOSÉ DE CHAZO–SANTA FE DE GALÁN

(Ecosystemic services linked to water and plant diversity of the Regional San José de Chazo-Santa Fe de Galán)

J. Murillo Conterón, R. Peña Murillo, D. Román Robalino

Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km 1^{1/2}.

RESUMEN

En la parte alta de la Parroquia Santa Fe de Galán se desarrollan actividades agropecuarias intensivas que provocan problemas de erosión, desaparición de especies de fauna y flora, disminución del agua y deterioro de áreas de páramo por el avance de la frontera agrícola. Estas actividades representan una amenaza para la sostenibilidad de la Regional San José de Chazo–Santa Fe de Galán, debido a la degradación de sus recursos naturales que inciden directamente en el desarrollo vital de 1200 familias pertenecientes a esta Regional. La presente investigación tiene como objetivo estudiar los servicios ecosistémicos ligados al agua y diversidad florística, cuyos datos fueron recolectados y sistematizados del páramo de la Ciénega en la Regional San José de Chazo–Santa Fe de Galán. De acuerdo con los resultados de diversidad florística se registró 29 muestras de plantas vasculares terrestres, correspondiente a 18 familias, 26 géneros y 29 especies, también se recolectó musgo y líquen de familia, género y especie no identificados. El mayor índice de valor de importancia por especie y familia lo presentó el musgo con 20,39% y 18,17% respectivamente. El caudal promedio mensual durante el período febrero – mayo a través del método volumétrico fue de 6,34L/s.

Palabras claves: Aforo, Caudal, Diversidad, Páramo, Servicios ecosistémicos, Sostenibilidad.

ABSTRACT

In the high part of the parish Santa Fe de Galán intensive agricultural activities are developed that cause problems of erosion, disappearance of species of fauna and flora, decrease of the water and deterioration of areas of páramo by the advance of the agricultural frontier. These activities represent a threat to the sustainability of the San José de Chazo-Santa Fe de Galán Regional, due to the degradation of its natural resources that directly affect the vital development of 1200 families belonging to this Regional. The present investigation aims to study ecosystem services linked to water and floristic diversity, whose data were collected and systematized from the Ciénega páramo in the San José de Chazo-Santa Fe de Galán Regional. According to the results of floristic diversity, 29 samples of terrestrial vascular plants were registered, corresponding to 18 families, 26 genera and 29 species, and moss and lichen of unidentified family, genus and species were also collected. The highest value index of importance by species and family was presented by the moss with 20.39% and 18.17% respectively. The average monthly flow during the February - May period through the volumetric method was 6.34L/s.

Key words: Capacity, Flow, Diversity, Paramo, Ecosystem services, Sustainability.

1. Introducción

Los páramos tienen una importancia fundamental para millones de personas y representan una multiplicidad de significados y valores: hábitats en los que sobreviven especies endémicas, ecosistemas capaces de brindar servicios ambientales fundamentales, espacios de importancia cultural, entre otros (Hofstede et al., 2015). La biodiversidad de los páramos tiene valores impresionantes, aparte de su alto grado de endemismo, un aspecto interesante de su flora son las adaptaciones morfológicas de las plantas al ambiente. La regulación hídrica es el valor más notable de los páramos. Esta importancia se debe a un balance hídrico positivo, a la neblina que cubre grandes extensiones durante la mayoría del tiempo, a la estructura de la vegetación que capta el agua, la conduce al suelo y a su vez lo protege contra erosión y disecación, y al suelo húmifero. Se puede decir que cada metro cuadrado de páramo “produce” 1 litro de agua por día (Hofstede et al., 2003). El desconocimiento de los seres humanos con respecto a los servicios ecosistémicos que nos brinda el páramo ha hecho que las actividades económicas como los cultivos agrícolas, la ganadería, las plantaciones forestales, la minería, el manejo inadecuado del agua y la expansión urbana se conviertan en riesgos severos para la integridad de los páramos (Hofstede et al., 2015). Además el ecosistema páramo no está evolutivamente adaptado a la presencia y acción de grandes herbívoros. Aparte de que en muchos casos arrancan de raíz las plantas, el propio peso de los individuos y la forma de sus cascos generan cambios irreversibles en la vegetación y el suelo (Hofstede, 1995), (Ramón, 2002).

Este impacto, aparte de los daños inmediatos y mediatos sobre la biodiversidad y el ambiente en términos amplios, se manifiesta en un descenso en la calidad de vida tanto de la gente que vive directamente del ecosistema, como de la que vive indirectamente del páramo (Mena & Hofstede, 2006).

En la parte alta de la parroquia Santa Fe de Galán se desarrollan actividades agropecuarias intensivas que provocan problemas de erosión, desaparición de especies de fauna y flora, disminución del agua y deterioro de áreas de páramo por el avance de la frontera agrícola. Estas actividades representan una amenaza para la sostenibilidad de la Regional San José de Chazo – Santa Fe de Galán, debido a la degradación del recurso edafológico, florístico y

a la disminución de caudales hídricos que inciden directamente en el desarrollo vital de 1200 familias pertenecientes a esta Regional. Es por esta razón el interés de realizar el presente trabajo de investigación sobre el páramo y los servicios ecosistémicos ligados al agua y diversidad florística que este brinda.

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de estudio

El estudio se realizó en el Páramo de la Ciénega mismo que representa una zona de recarga hídrica para la Regional, se encuentra ubicada en una altitud que va de los 3300 m.s.n.m. a 4200 m.s.n.m., aproximadamente. La Regional tiene una superficie aproximada de 309,5 hectáreas. La zona se caracteriza por tener la presencia de neblina, cuya precipitación media es de 488,97 mm; la temperatura media es de 11° C (Jaramillo, 2014). Además se distinguieron 3 zonas de vida: arbustal siempre verde y herbazal del Páramo; herbazal inundable del Páramo y herbazal del Páramo según la clasificación del MAE (2014). La red fluvial forma parte de la cuenca del río Pastaza, subcuenca del río Chambo (Jaramillo, 2014). Es importante mencionar que aún existen áreas de tipo privado que son utilizados para la crianza de ganado bravo. Se realizó 20 sub-parcelas de 1m² (Tabla 1) y 3 zonas de aforo (Tabla 2), (Figura 1).

Tabla 1. Ubicación de las sub-parcelas de muestreo en la Regional.

PUNTO	S	W	ALTURA
P1 1	763458	9833692	3627 m
P1 2	763458	9833688	3623 m
P1 3	763452	9833691	3622 m
P1 4	763449	9833698	3627 m
P2 1	763060	9833209	3604 m
P2 2	763072	9833212	3605 m
P2 3	763069	9833199	3608 m
P2 4	763056	9833201	3607 m
P3 1	763275	9832750	3568 m
P3 2	763273	9832746	3569 m
P3 3	763278	9832740	3569 m
P3 4	763285	9832744	3568 m
P4 1	763602	9832732	3485 m
P4 2	763605	9832736	3485 m
P4 3	763608	9832740	3483 m
P4 4	763606	9832733	3484 m
P5 1	763825	9832866	3831 m
P5 2	763822	9832866	3857 m
P5 3	763819	9832862	3857 m
P5 4	763823	9832859	3856 m

Tabla 2. Ubicación de las zonas de aforo en la Regional.

ZONA	DESCRIPCIÓN	S	W	ALTURA
Zona 1	Vertiente	763956	9833112	3807 m
Zona 2	Reservorio 1	763811	9833076	3845 m
Zona 3	Reservorio de cloración	768249	9833547	3801 m

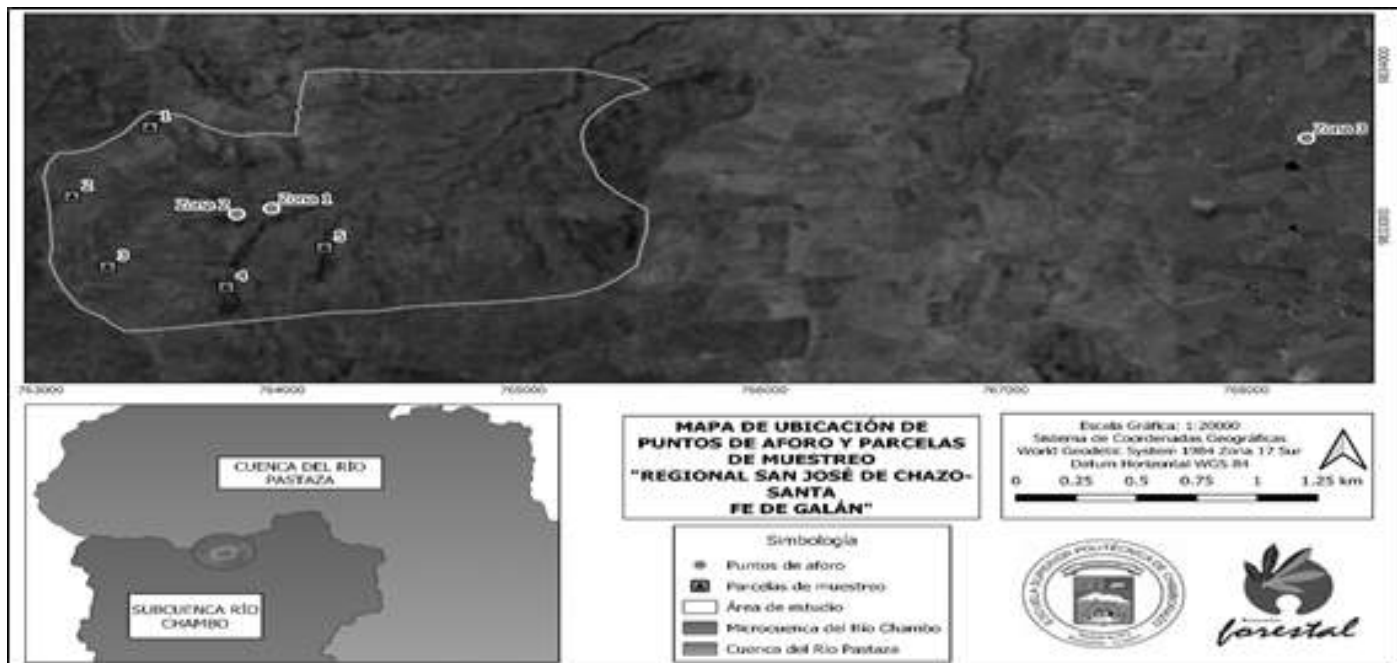


Fig. 1. Ubicación de las parcelas de muestreo y zonas de aforo en la Regional San José de Chazo-Santa Fe de Galán.

2.2. Diseño de muestreo

2.2.1. Diversidad florística

La metodología utilizada para la instalación de las parcelas de muestreo fue la propuesta por Pauli et al., (2015), para el Proyecto Gloria tomando en cuenta algunas modificaciones para adaptar a los páramos andinos. Se instalaron 5 parcelas de muestreo de 5m x 5m, ubicadas a 300m de distancia y en distintos lugares tomando en cuenta la pendiente, accesibilidad y el estado de cada sitio. Cada parcela de muestreo fue dividida en sub-parcelas de 1m x 1m, las observaciones y recolección de vegetación se llevó a cabo únicamente en las sub-parcelas de las esquinas ya que las otras se alteraron con el pisoteo mientras se realizaba la recolección de las muestras, obteniéndose el registro de 20 sub-parcelas de 1m x 1m. Los sub-cuadrantes de 1m x 1m, se subdividieron en celdillas de 0,1 m x 0,1 m, para lo cual se utilizó un armazón de madera con un enrejado de hilos que delimitaron un total de 100 celdillas.

Las especies vegetales que se recolectaron en la zona de estudio fueron herborizadas en el mismo lugar, las especies fueron secadas manualmente bajo sombra, se cambió de papel periódicamente para evitar la putrefacción de las muestras o que estas se llenen de hongos. Dentro de las parcelas se registró número de individuos, frecuencia y cobertura de cada especie, con el fin de obtener datos cuantitativos de la vegetación, las especies que no se pudieron identificar en el campo fueron registradas con códigos para su posterior identificación en el herbario de la ESPOCH.

2.2.2. Caudal

Se aplicó el método volumétrico propuesto por Peralta (2019), para el proyecto de titulación. El aforo consistió en llenar un balde de 10 L., registrando el tiempo en que tarda en llenarse, efectuándose 3 repeticiones en el mes y por zona de aforo: Zona 1 (Vertiente), Zona 2 (Reservorio 1) y Zona 3 (Reservorio de cloración).

2.3. Análisis de datos

2.3.1. Diversidad florística

Se realizó un listado de las especies con sus respectivos datos con los cuales se obtuvo: índice de valor de importancia (IVI) por especie y familia, índice de Shannon-Weaver, índice de Simpson e índice de Sorensen, calculados en el software de office Excel. Estos índices corresponden a una medida de la heterogeneidad de una comunidad en función de la riqueza y la abundancia de las especies. La diversidad permite distinguir entre dos comunidades con idéntica riqueza y composición florística, en la cual las especies difieren en cuanto a su abundancia relativa (Sonco, 2013).

Según Campo & Duval (2013), el índice de valor de importancia define cuáles de las especies presentes contribuyen en el carácter y estructura de un ecosistema. Este valor se obtiene mediante la sumatoria de la frecuencia relativa, la densidad relativa y la dominancia relativa.

Para tener idea de (número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población) (Aguirre, 2006) citado por (Pujos, 2013). La densidad relativa se refiere al porcentaje con el que cada especie contribuye al conjunto de la comunidad (Smith & Smith, 2001) citado por (Pujos, 2013).

$$Dr = \frac{\text{total de individuos especie A}}{\text{total de individuos, todas las especies}} \times 100$$

Frecuencia relativa (FR).

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{valor de Frecuencia de la especie A}}{\text{valor total de frecuencia, todas las especies}} \times 100$$

Dominancia relativa.

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{área cobertura sp A}}{\text{área de cobertura de todas las sp}} \times 100$$

El Índice de diversidad de Shannon-Weaver es un índice basado en la equidad, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Valencia, 2013). Los valores se interpretaron de acuerdo a la Tabla 3.

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i (\ln p_i)$$

Dónde H' es el Índice de Shannon-Weaver, S es el número de especies, P_i es la proporción del número total de individuos que constituyen la especie.

El Índice de diversidad de Simpson está basado en la dominancia, son parámetros inversas al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Tomando en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Valencia, 2013). Los valores se interpretaron de acuerdo a la Tabla 3.

$$ISD = 1 - \sum (p_i)^2$$

Dónde ISD es el Índice de Simpson, P_i es la proporción del número total de individuos que constituyen la especie.

Tabla 3. Interpretación del Índice de Shannon y Simpson.

Valores	Interpretación
0,00 – 0,35	Diversidad Baja
0,36 – 0,75	Diversidad mediana
0,76 – 1,00	Diversidad alta

Fuente: (Ordoñez *et al.*, 2009) citado por (Bayas, 2015).

El Índice de diversidad de Sorensen no considera la abundancia relativa de las especies. Es mucho más útil cuando el principal interés es la determinación de la presencia o ausencia de las especies (Smith & Smith, 2001) citado por (Pujos, 2013). Los valores se interpretaron de acuerdo a la Tabla 4.

$$Iss = \frac{2C}{A+B} \times 100$$

Dónde Iss es el Índice de Sorensen, A es el número de especies en el sitio 1, B es el número de especies en el sitio 2, C es el número de especies similares presentes en ambos sitios A y B .

Tabla 4. Interpretación del Índice de Sorensen.

Valores	Interpretación
0,00 – 0,35	Disímiles
0,36 – 0,70	Medianamente similares
0,71 – 1,00	Muy similares

Fuente: (Ordoñez et al., 2009) citado por (Pujos, 2013).

2.3.2. Caudal

El caudal se entiende que es el volumen de agua que traspasa una superficie en una unidad de tiempo (Lozano & Sánchez, 2017).

El método Aforo volumétrico permite medir pequeños caudales de agua. Para ello es necesario contar con un balde de volumen conocido en el cual se colecta el agua, anotando el tiempo que demora en llenarse. Esta operación puede repetirse 2 o 3 veces y se promedia con el fin de asegurar una mayor exactitud, aplicando la siguiente fórmula (Bello & Pino, 2000).

$$Q = \frac{V}{T}$$

Dónde Q es el caudal en (m³/s), V es el volumen en (m³) y T es el tiempo en (s).

En Ecuador, la legislación ambiental comenzó a exigir la definición de un caudal ecológico, la norma establecía que se tome como referencia al menos el 10% del caudal medio anual para el cálculo del caudal ecológico. El caudal ecológico debería permitir el funcionamiento y mantenimiento de los ecosistemas acuáticos (López, 2018).

3. Resultados y Discusión

3.1. Riqueza Florística

Se recolectó 29 muestras de plantas vasculares terrestres, correspondiendo a 18 familias botánicas, 26 géneros y 29 especies, también se recolectó 1 musgo y 1 líquen de familia, género y especie no identificados lo cual suma un total de 31 muestras vegetales (Tabla 5), mismas que fueron identificadas en el Herbario de la ESPOCH.

Tabla 5. Vegetación registrada.

No.	Familia	Nombre científico	Ge.	Sp.	No.
1	Apiaceae	<i>Daucus montanus Humb et Bonpl. ex spreng</i>	1	1	13
2		<i>Lasiocephalus ovatus Schldt.</i>			11
3	Asteraceae	<i>Displostephium sp.</i>	3	3	94
4		<i>Werneria</i>			12
5		<i>Valeriana plantaginea Kunth</i>			3
6	Caprifoliaceae	<i>Valeriana rigida (Raiz & Pav.) RVdb.</i>	1	3	9
7		<i>Valeriana microphylla</i>			8
8	Caryophyllaceae	<i>Drymania</i>	1	1	11
9	Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum</i>	1	1	8
10	Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium (Kanth)</i>	2	2	15
11		<i>Vaccinium cf. floribundum</i>			45
12	Fabaceae	<i>Lupinus sp.</i>	2	2	8
13		<i>Trifolium repens L.</i>			18
14		<i>Gentiana sedifolia Kunth.</i>			16
15	Gentianaceae	<i>Gentianella sp.</i>	3	3	46
16		<i>Halenia weddeliana Gilg.</i>			3
17	Geraniaceae	<i>Geranium sp.</i>	1	2	15
18		<i>Geranium laxicaute</i>			91
19	Grossulariaceae	<i>Ribes andicola Jancz.</i>	1	1	3
20	Hypericaceae	<i>Hypericum laricifolium Juss.</i>	1	1	7
21	Onagraceae	<i>Epilobium denticulatum</i>	1	1	8
22	Plantaginaceae	<i>Plantago australis Lam.</i>	1	1	3
23	Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.</i>	2	2	1153
24		<i>Festuca sp.</i>			21
25	Lycopodiaceae	<i>Huperzia crassa (Humb. & Bonpl. Ex Willd)</i>	1	1	3
26	Pteridaceae	<i>Pellaea ternifolia</i>	1	1	19
27	Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemorsus Humb., Bonpl. & Kunth ex DC.</i>	1	1	5
28	Rosaceae	<i>Polylepis racemosa</i>	2	2	2
29		<i>Lachemilia orbiculata (Ruiz & Pav.) Rydb</i>			1081
30	Líquén	Indeterminada	1	1	71
31	Musgo	Indeterminada	1	1	2497
TOTAL			26	29	5299

3.1.1. Composición florística de las 5 parcelas de muestreo.

Caranqui et al., (2016), menciona que la presencia de un mayor o menor número de especies está influenciado tal vez por el estado de conservación de los páramos o por el grado de intervención. Así en los resultados obtenidos se distingue que la Parcela 3 es la que mayor riqueza posee con 13 familias, 18 géneros y 18 especies, seguida de la Parcela 4 con 13 familias, 16 géneros y 16 especies, como se indica en la Figura 2. Por otro lado la Parcela 1 presenta 8 familias, 10 géneros y 10 especies siendo la parcela con menos diversidad en comparación con la Parcela 3, esto podría deberse a que en el área de estudio hay la presencia de ganado bravo. No obstante la Parcela 2 también presenta 8 familias pero el número de especies es mayor que la Parcela 1 y la Parcela 5 presenta una diversidad media ya que registró 12 familias, 14 géneros y 14 especies. Cabe recalcar que dicha área de estudio se encuentra en un programa de recuperación del páramo por parte de la Regional ya que anteriormente este sitio estaba en proceso de degradación por actividades antrópicas.

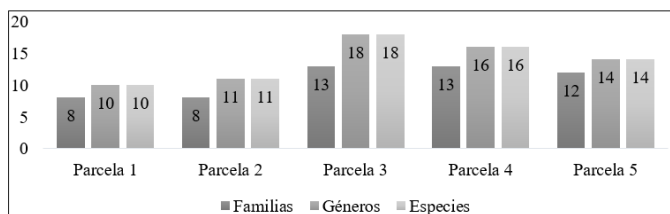


Fig. 2. Composición florística por parcela de muestreo

3.2. Índice de valor de importancia por especie

El mayor índice de valor de importancia lo presentó el Musgo (Indeterminada) con un 20,39%, esto se debe a que la especie se encontraba en 4 de las 5 parcelas de muestreo, formando grandes cubiertas esponjosa sobre el suelo del páramo, la especie Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud., ocupó el segundo lugar como especie predominante con 14,11% debido a que también se encontraba en 4 de las 5 parcelas de muestreo y en tercer lugar tenemos a Lachemilia orbiculata (Ruiz & Pav.) Rydb como especie dominante de este ecosistema con 12,38%. Mientras que la especie Halenia weddeliana Gilg. fue la que menor índice de valor de importancia presentó con un 0,37% esto se debe a que presentó menor cantidad de individuos; seguida por otras especies registradas en este ecosistema (Figura 3). Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Hofstede et al., (2003), quien menciona que en pendientes fuertes las plantas más tenaces como líquenes y musgos sobreviven.

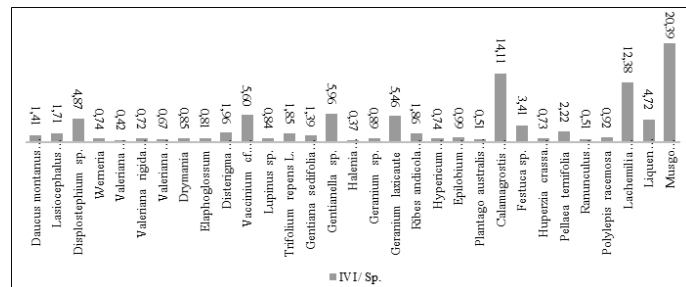


Fig. 3. Índice de valor de importancia por especie

3.3. Índice de valor de importancia por familia

Según la Figura 4, el mayor índice de valor de importancia fue del Musgo (Indeterminada) con un valor de 18,17%, este se encuentra presente en 4 de las 5 parcelas de muestreo y en 15 de las 20 sub-parcelas de 1 m², cabe recalcar que esto no disminuye la importancia de las demás familias; las familias Poaceae, Rosaceae, Gentianaceae y Asteraceae también presentan una dominancia en este ecosistema con valores de 15,29%, 12,15%, 8,09% y 7,04% respectivamente. Los índices de valor de importancia más bajos fueron para las familias Ranunculaceae, Plantaginaceae, Lycopodiaceae e Hypericaceae con 1,36%, 1,37%, 1,37% y 1,38% respectivamente. Estos resultados concuerdan con OVACEN (2016), quien menciona que la vegetación del páramo es principalmente abierta dominada por vegetales perennes, plantas herbáceas, arbustos y árboles enanos, musgos, líquenes y ciertos pastos. Además se coincide con Bayas (2015), que afirma que en los páramos de Ecuador las familias más ricas en géneros y especies son: Asteraceae y Poaceae, seguidas por las familias Ericaceae, Orchidaceae, Cyperaceae, Gentianaceae, Scrophulariaceae, Apiaceae, las cuales ocupan lugares de importancia en otras localidades.

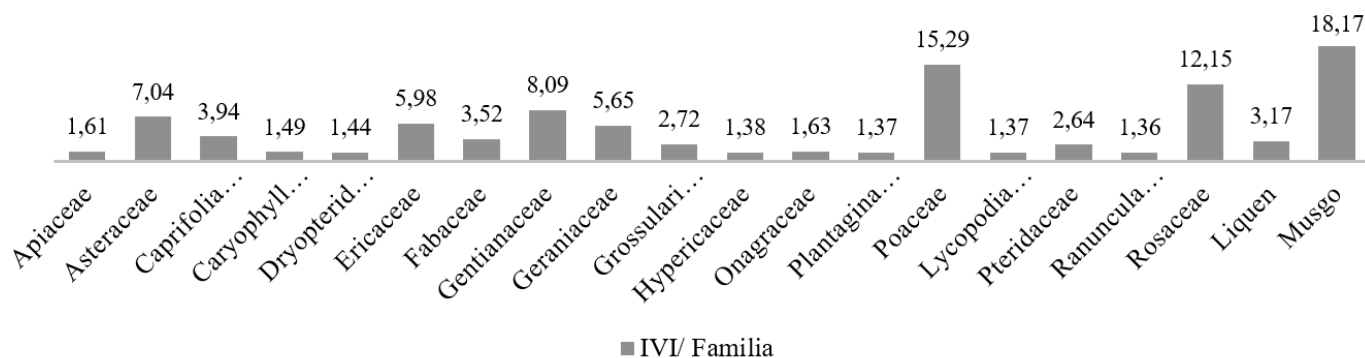


Fig. 4. Índice de valor de importancia por familia

3.4. Índice de Shannon-Weaver e Índice de Simpson

Se presentó una diversidad alta en las parcelas 3 y 4 con valores de 1,00 y 0,96 respectivamente; lo que nos da a entender que dichas parcelas presentan mayor riqueza dentro de la zona de estudio. Mientras que la parcela 2 arrojó una diversidad baja con un valor de 0,32. Las parcelas 1 y 5 mostraron una diversidad media con valores de 0,73 y 0,70 respectivamente (Tabla 6).

Según el índice de Simpson ninguna de las 5 parcelas registró diversidad alta pero si registraron una diversidad media encontrándose este resultado en las parcelas 3 y 4 con valores muy cercanos de 0,37 y 0,36; mientras que las Parcelas 1, 2 y 5 registraron una diversidad baja con valores de 0,29; 0,11 y 0,25 respectivamente (Tabla 7). Estos resultados coinciden con lo observado en la zona de estudio y reafirma lo mencionado por Caranqui et al., (2016), a mayor conservación mayor diversidad.

Tabla 6. Índice de Shannon-Weaver por parcela

No. Parcela	Valor Calculado	Valor Referencial	Interpretación
P 1	0,73	0,36 - 0,75	Diversidad media
P 2	0,32	0,00 - 0,35	Diversidad baja
P 3	1,00	0,76 - 1,00	Diversidad alta
P 4	0,96	0,76 - 1,00	Diversidad alta
P 5	0,70	0,36 - 0,75	Diversidad media

Tabla 7. Índice de Simpson por parcela

No. Parcela	Valor Calculado	Valor Referencial	Interpretación
P 1	0,29	0,00 - 0,35	Diversidad baja
P 2	0,11	0,00 - 0,35	Diversidad baja
P 3	0,37	0,36 - 0,75	Diversidad media
P 4	0,36	0,36 - 0,75	Diversidad media
P 5	0,25	0,00 - 0,35	Diversidad baja

3.5. Índice de Sorensen

El índice de Sorensen muestra la similitud entre las parcelas de muestreo, los resultados mostraron que las cinco parcelas son medianamente similares. La Parcela de muestreo 3 vs Parcela de muestreo 5 presentó una mayor similitud con 0,63 con 10 especies similares, la Parcela de muestreo 1 vs Parcela de muestreo 2 presentó el menor valor de similitud con 0,38 con 4 especies similares (Tabla 8). Estos resultados indican que las especies registradas se pueden encontrar en toda la zona de estudio.

Tabla 8. Índice de Sorensen (similitud entre parcelas)

Nº- de Parcela	Especies	Valor Calculado %	Valor Calculado	Valor Referencial	Interpretación
P 1 vs P 2	4	38,10	0,38	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 1 vs P 3	7	50,00	0,50	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 1 vs P 4	5	38,46	0,38	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 1 vs P 5	7	58,33	0,58	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 2 vs P 3	8	55,17	0,55	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 2 vs P 4	6	44,44	0,44	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 2 vs P 5	6	48,00	0,48	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 3 vs P 4	10	58,82	0,59	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 3 vs P 5	10	62,50	0,63	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 4 vs P 5	7	46,67	0,47	0,36 - 0,70	Medianamente similares

3.6. Caudal medio mensual

En Tabla 9, se puede establecer la variación del caudal en el periodo de registro febrero – mayo de 2019, estableciéndose para: la zona 1 valores de (6,48); (6,79); (6,87) y (7,59) L/s; zona 2 de (4,52); (5,16); (4,78) y (4,58) L/s; y la zona 3 de (6,16); (8,45); (7,87) y (6,79) L/s. Así se determinó un caudal medio mensual de 6,34 L/s. Para OVACEN (2016), los páramos son regiones estratégicas cuya función es la retención de agua y la regulación hídrica durante todo el año.

Tabla 9. Registro de caudal mensual y medio mensual

Zona	Registro mensual del caudal (L/s)				Caudal promedio/zona (L/s)	Caudal medio mensual (L/s)
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo		
Zona 1 (Vertiente)	6,48	6,79	6,87	7,59	6,93	6,34
Zona 2 (Reservorio 1)	4,52	5,16	4,78	4,58	4,76	
Zona 3 (Reservorio de cloración)	6,16	8,45	7,87	6,79	7,32	
Caudal promedio/mes (L/s)	5,72	6,80	6,51	6,32		

3.7. Relación caudal – precipitación

El máximo valor se presentó en el mes de marzo con un promedio de 6,80 L/s, correlacionado con el valor

de precipitación que fue de 80,60 mm; mientras que el mes de febrero registró un menor promedio con 5,72 L/s, lo que coincide con su precipitación que fue de 30,70 mm. Además se puede observar que la curva de tendencia presenta una característica polinómica de segundo orden cuya correlación es de 0,82 existiendo una relación positiva, es decir a mayor precipitación existirá mayor caudal (Figura 5).

Es importante relacionar con lo que manifiesta el INAMHI (2017), donde en el Ecuador se distinguen dos temporadas: de diciembre a mayo la temporada húmeda, y de junio a noviembre la temporada seca, indicador de la variación del caudal. Además Corredor et al., (2012), menciona que la temporalidad del agua disponible depende de patrones climáticos regionales de precipitación y del balance de los componentes del ciclo hidrológico, así como de las características de la vegetación, el suelo y el subsuelo.

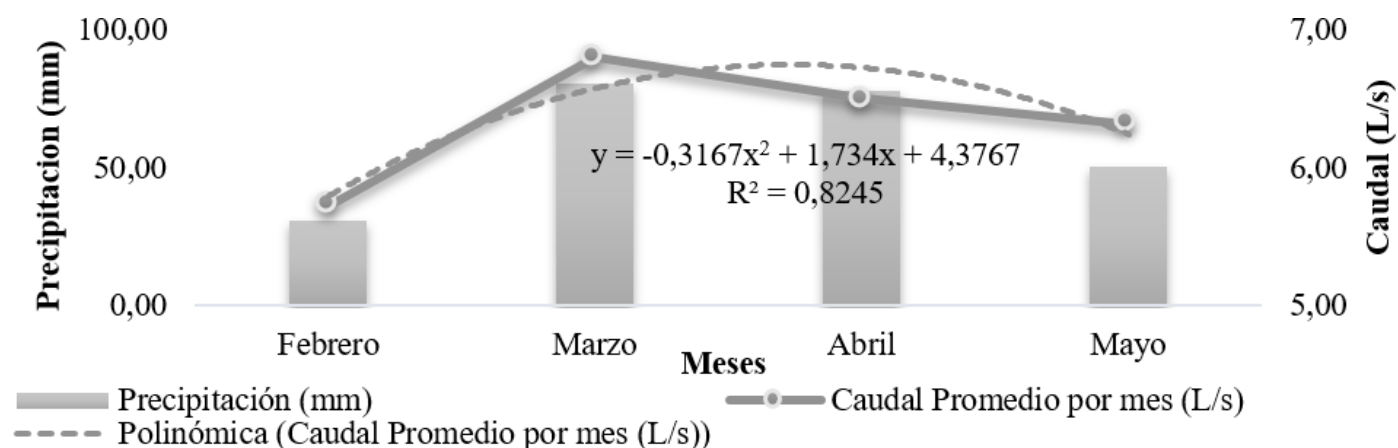


Fig. 5. Caudales promedio por mes con respecto a las precipitaciones de febrero a mayo

3.8. Caudal promedio por zona

La zona 3 presentó el mayor caudal con 7,32 L/s esto debido a que en la zona existen corrientes tributarias que ocasionan el aumento de su caudal, mientras que la zona 2 presentó un valor menor con un promedio de 4,76 L/s. Además cabe mencionar que la curva de tendencia presenta una correlación de 0,98 existiendo un grado de correlación (Figura 6).

De acuerdo con Bob (2000), un caudal debe proporcionar un flujo de al menos 0,125 L/s., es decir que el caudal obtenido en la Regional está dentro de

los parámetros permitidos y puede ser distribuido a la población. Sin embargo la demanda de agua, tanto para consumo humano como para actividades productivas, viene en aumento, mientras que la disponibilidad, y la oportunidad del recurso han venido en retroceso (Díaz, 2006).

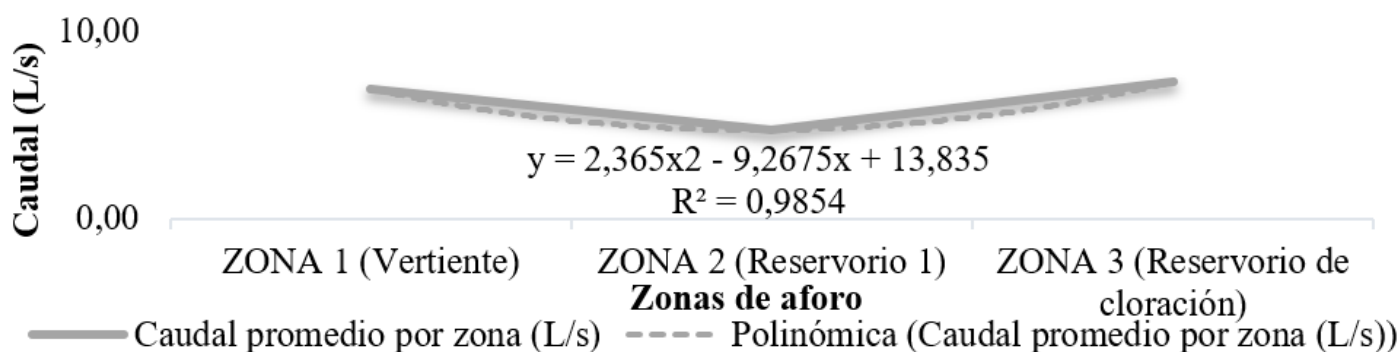


Fig. 6. Caudal promedio por zona de aforo

3.9. Caudal ecológico

En función a lo establecido por la legislación ambiental del Ecuador se tomó como referencia el 10% del caudal mensual (López, 2018), obteniéndose los siguientes valores: 0,57 L/s; 0,68 L/s; 0,65 L/s y

0,63 L/s (Figura 7); dándonos un promedio de 0,63 L/s como caudal ecológico. Este valor es el que debe permanecer hasta el momento en la Regional para que el ecosistema páramo mantenga su estructura y equilibrio.

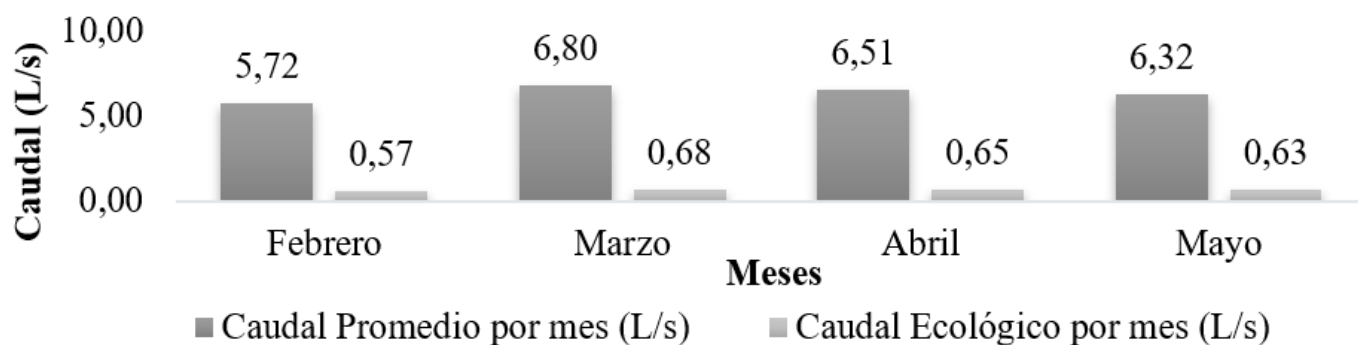


Fig. 7. Caudal ecológico mensual de febrero a mayo

4. Conclusiones

El área de estudio registró una diversidad Florística de 5299 individuos agrupados en 18 familias, 26 géneros y 29 especies, también se recolectó musgo y líquen de familia, género y especie no identificados lo cual suma un total de 31 muestras vegetales.

El Musgo (Indeterminada) se encontró en 4 de las 5 parcelas, presentándose con mayor número de individuos en la Parcela 5, esta es una especie con una gran capacidad de retención de agua, además esta especie tiene una gran asociación con el resto de especies que crecen a su alrededor. Las familias que tuvieron mayor índice de valor de importancia (IVI) fueron el Musgo, Poaceae, Rosaceae, Gentianaceae y Asteraceae, lo cual ratifica la riqueza en géneros y especies de estas familias en los páramos del Ecuador.

Según el Índice de Shannon las parcelas que registraron mayor diversidad fueron las parcelas 3 y 4

con valores de 1,00 y 0,96 respectivamente, mientras que el Índice de Simpson indicó que las parcelas 3 y 4 tienen una diversidad media con valores de 0,37 y 0,36 respectivamente; en el índice de Sorensen las parcelas establecidas en el área de estudio son medianamente similares.

Al aplicar el método volumétrico se obtuvo un caudal promedio mensual de 6,34 L/s, el cual está dentro de los parámetros permitidos para su distribución, sin embargo la cantidad puede variar no solo por los niveles de precipitación sino por factores antrópicos. El caudal ecológico promedio fue de 0,63 L/s, permitiéndonos conocer la cantidad de agua que debió permanecer en la Regional para mantener el equilibrio del ecosistema páramo. Además es importante saber el valor del caudal ecológico porque sirve de instrumento para la administración y distribución del agua.

Agradecimientos

A la Regional San José de Chazo-Santa Fé de Galán por haberme dado apertura para la realización de este trabajo de investigación, en especial a los señores operadores y al presidente de la Regional quienes colaboraron con su tiempo para las salidas al páramo.

4. Referencias

1. Bayas, D. Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo del cantón Tisaleo provincia de Tungurahua. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba: ESPOCH; 2015.
2. Bello, M & Pino, M. 2000. Medición de presión y caudal. Recuperado 5 de mayo, del 2018, de: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR25635.pdf>
3. Bob, R. 2000. Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <http://www.disasterinfo.net/Agua/pdf/9-UsoDomestico.pdf>
4. Campo, A., & Duval, V. 2013. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). Revista Anales de Geografía de la Universidad Complutense, Madrid, España, (34), 32.
5. Caranqui, J., Lozano, P. & Reyes, J. 2016. Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. Enfoque UTE, Quito, Ecuador, (7), 33-42.
6. Corredor, E., Fonseca, J., & Páez, E. 2012. Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, Colombia, (3), 78-80.
7. Díaz, S. 2006. Biodiversity regulation of ecosystem services, en R. Hassan, R. Scholes y N. Ash (eds.), Ecosystems and hu-human well-being: Current state and trends, (I) Findings of the Condition and Trends Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, D.C., Estados Unidos.
8. Hofstede, R. 1995. Effects of burning and grazing on a Colombian paramo ecosystem. (Tesis de doctorado). Universidad de Ámsterdam, Ámsterdam, Holanda.
9. Hofstede, R., Segarra, P., & Mena, P. 2003. Los Páramos del mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito, Ecuador.
10. Hofstede, R., Vásconez, S., & Cerra, M. (Ed.) 2015. Vivir en los páramos. Percepciones, vulnerabilidades, capacidades y gobernanza ante el cambio climático. Quito, Ecuador: UICN.
11. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2017. Tipos de clima Ecuador. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
12. Jaramillo, A. 2014. Plan de manejo de los recursos naturales de la Regional San José de Chazo – Santa Fe de Galán. Estrategia de Conservación articulada al proceso de desarrollo local. Riobamba. Ecuador.
13. López, J. 2018. Caudal ecológico en Ecuador. IAGUA. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <https://www.iagua.es/blogs/juan-calles-lopez/caudal-ecologico-ecuador>
14. Lozano, A., & Sánchez, J. 2017. Evaluación experimental de una ecuación empírica para la caída de presión en flujo gaseoso. Recuperado 17 de marzo, del 2018, de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3786/Lozano%20Povis%20Sanchez%20Ochoa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
15. Mena, P., & Hofstede, R. 2006. Los páramos ecuatorianos. Revista Botánica Económica de los Andes Centrales. La Paz, Bolivia. pp. 94 – 95.
16. Ministerio del Ambiente (MAE). 2014. Sistema de clasificación de ecosistemas de Ecuador Continental. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <http://app.sni.gob.ec/snlink/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>
17. OVACEN. 2016. El Páramo. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <https://ecosistemas.ovacen.com/bioma/paramo/>
18. Pauli, H., Gottfried, M., Lamprecht, A., Niessner, S., Rumpf, S., Winkler, M., Steinbauer, K. & Grabherr,

G. 2015. Manual para el trabajo de campo del proyecto Gloria. Aproximación al estudio de las cimas. Métodos básicos, complementarios y adicionales. 5ª edición. GLORIA - Coordinación, Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Viena, Austria. Edición en español a cargo de Benito, J.L. & Villar, L., Jaca, España. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Luis_Benito_Alonso/publication/282567915_Manual_para_el_trabajo_de_campo_del_proyecto_GLORIA_Aproximacion_al_estudio_de_las_cimas_Metodos_basico_complementarios_y_adicionales_5_edicion/links/5615380308ae4ce3cc6526b3/Manual-para-el-trabajo-de-campo-del-proyecto-GLORIA-Aproximacion-al-estudio-de-las-cimas-Metodos-basico-complementarios-y-adicionales-5-edicion.pdf


19. Peralta, J. Determinación del caudal y calidad de agua mediante bioindicadores en los páramos de la comunidad el calvario, ubicado en el cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua. (Tesis de grado. Ingeniera Forestal). Riobamba: ESPOCH; 2019.

20. Pujos, L. Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo de tres comunidades de la organización de segundo grado unión de organizaciones del pueblo Chibuleo. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Riobamba: ESPOCH; 2013.

21. Ramón, G. 2002. Visiones, usos e intervenciones en los páramos del Ecuador. Serie Páramo (Cultura). Ecuador, (12), 43-49.

22. Sonco, R. Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β) en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, La Paz-Bolivia. (Tesis de Grado. Ingeniero Agrónomo). La Paz: Universidad Mayor de San Andrés; 2013.

23. Valencia, C. 2013. Índices de diversidad. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <https://es.slideshare.net/ccvalenciac/indices-de-diversidad-ecosistmica>.



**SERVICIOS ECOSISTÉMICOS
LIGADOS AL AGUA Y DIVERSIDAD
FLORÍSTICA EN EL PÁRAMO DEL
IGUALATA REGIONAL HUALCANGA**

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS LIGADOS AL AGUA Y DIVERSIDAD FLORÍSTICA EN EL PÁRAMO DEL IGUALATA REGIONAL HUALCANGA

(Ecosystemic services linked to water and plant diversity of the Regional Hualcanga)

S. Alvarez Cortez¹, R. Peña Murillo¹, E. Salazar¹, D. Román Robalino²

(1) Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamerinana Sur Km 11/2.

(2) Universidad Nacional de Loja

RESUMEN

La presente investigación propone: estudiar los servicios ecosistémicos ligados al agua y diversidad florística en el páramo del Iguata regional Hualcanga; se instalaron cinco parcelas de muestreo de 25 m² con 4 sub parcelas de 1 m², se obtuvo 30 muestras de plantas vasculares terrestres, identificando 17 familias botánicas, 26 géneros y 27 especies, además se colectó 1 líquen y 1 musgo de familia, género y especie no identificado. Se determinó que la especie que sobresale con mayor índice de valor de importancia fue *Lachemilia orgiculata* con un 44,06%, esto se debe a que la especie se encontraba en 4 de las 5 parcelas de estudio, en segundo lugar, tenemos a *Calamagrostis intermedia* especie con 8,21%, mientras que la especie *Vicea* sp. fue la que menor índice de valor de importancia presentó con un 0,50% esto se debe a que fue la especie con menor cantidad de individuos. La familia Rosaceae presentó el mayor índice con 39,61%, las familias Poaceae, y Asteraceae presentan una dominancia en este ecosistema con valores de 9,63% 5,79% respectivamente. De acuerdo al índice de Shannon las parcelas 2 y 4 son las que poseen diversidad alta que se corrobora con lo obtenido en el índice de Simpson; en el índice de Sorensen nos muestra que las parcelas P4 vs P5 son muy similares las parcelas P1 y P3 son medianamente similares y las parcelas restantes son disimiles lo que indica que la vegetación se puede encontrar en ciertas zonas de la investigación. El caudal que posee la Regional es de 8,12 L/s, abasteciendo a las familias y su caudal ecológico es de 0,83 L/s teniendo un caudal que satisface las necesidades de los pobladores.

Palabras claves: Caudal, Caudal ecológico, Diversidad florística, Ecosistema páramo, Índices de diversidad, Servicios ecosistémicos.

ABSTRACT

The present research proposes: to study the ecosystem services linked to water and floristic diversity in the Hualcanga regional Iguata paramo; five plots of sampling of 25 m² were installed with 4 subplots of 1m², 30 samples of terrestrial vascular plants were obtained, identifying 17 botanical families, 26 genera and 27 species, plus 1 lichen and 1 moss of family no identified. It was determined that the species that stands out with the highest value index was *Lachemilia orgiculata* with 44.06%, this is because the species was found in 4 of the 5 study plots, in second place we have *Calamagrostis intermedia* species with 8.21% while the species *Vicea* was the one with the lowest important value index presented with 0.50%, this is because it was the species with the lowest number of individuals. The Rosaceae family presented the highest index 39.61% Poaceae and Asteraceae families have dominance in this ecosystem with values of 9.63% 5.79% respectively. According to the Shannon index, plots 2 and 4 are those with high diversity e corroborates with what was obtained in the Simpson index; in the Sorensen index it shows us that plots P4 vs P5 are very similar plots P1 and P3 are fairly similar and the remaining plots are dissimilar which indicates that vegetation can be found in certain areas of the investigation. The flow that possesses the Regional is of 8,12 L / s, supplying to the families and his ecological flow is of 0,83 L / s having a discharge that satisfies the needs of the settlers.

Key words: Caudal, Ecological Flow, Ecosystem Paramo, Ecosystem Services, Floristic Diversity, Indices of Diversity

1. Introducción

Los páramos son ecosistemas semi - húmedos y fríos que en el Ecuador se encuentran formando un corredor casi intacto sobre la Cordillera de los Andes, por encima del límite superior actual o potencial de bosque (Mena, et al. 2001). La recarga hídrica es sin duda la cualidad más importante de los páramos, esta importancia se debe a un balance hídrico positivo, también se debe a la estructura de la vegetación que capta el agua, la conduce al suelo y lo protege contra erosión y disecación. Se puede decir que cada metro cuadrado de páramo “produce” 1 litro de agua por día (Hofstede et al., 2003). La diversidad del páramo no está reflejada solo en su flora, fauna y paisaje, sino también en sus habitantes. La diversidad cultural y étnica hacen que la alta montaña, aparte de la Amazonía, sea el único lugar donde todavía se hallan rasgos del Ecuador nativo, indígena. La mayor población indígena Quichua hablante vive en los páramos, practica su agricultura con algunas prácticas muy tradicionales, habla su idioma, tiene su cultura y vestimenta y está en un continuo proceso de cambio y adaptación, lo que quiere decir que es una cultura diversa y viva. (Ramón, 2002). El desconocimiento de la conservación del páramo provoca que los comuneros destruyan estos ecosistemas afectando los suelos que serán destinados para actividades económicas como los cultivos agrícolas, la ganadería, las plantaciones forestales, la minería, el manejo inadecuado del agua y la expansión territorial amenazando severamente el ecosistema páramo. Los páramos alto andinos poseen una variedad de ecosistemas y especies, mismos que han permitido desarrollar una amplia diversidad biológica, constituyen un capital natural que es necesario para conservar y para garantizar la permanencia de servicios como la regulación del clima, fijación de carbono, fertilidad del suelo, polinización, provisión de agua limpia, reducción de desastres naturales, recreación, valores estéticos, espirituales, entre otros. Los servicios brindados por los ecosistemas tienen impactos positivos en el desarrollo de la sociedad, por lo que, el mantenimiento en buen estado y conservación de las áreas protegidas representa una estrategia eficiente para mantener las funciones y servicios que sus complejos ecosistémicos brindan y los beneficios que reportan a las comunidades locales.

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de estudio

El Páramo del Iguayata se encuentra ubicado en el Cantón Quero - Provincia de Tungurahua formando parte de la Regional Hualcanga, la misma que se sitúa en la cuenca del río Pastaza, subcuenca de los ríos Ambato y Chambo, el flujo principal forma el río Ambato que se origina en los páramos del Frente Sur Occidental. La regional obtiene el agua de vertientes del sector La Ciénega, Isco Y Gualimbo a alturas que van desde los 3900 hasta los 4200 msnm. En el área de estudio podemos distinguir 2 zonas de vida: Arbustal siempre verde y Herbazal del Páramo que se encuentra de 3000 – 3700 msnm. Y Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo que se encuentra de 3700 – 4200 msnm (MAE, 2014).

Se realizó 20 sub-parcelas de 1m² (Tabla 1) y 3 zonas de aforo, (Figura 1).

Tabla 1. Ubicación de las sub-parcelas de muestreo en la Regional.

PUNTO	X	Y	ALTURA
P 1.1	763990	9834245	3828 m
P 1.2	763994	9834227	3975 m
P 1.3	764015	9834238	3970 m
P 1.4	764019	9834251	3980 m
P 2.1	764207	9834230	3918 m
P 2.2	764226	9834238	3919 m
P 2.3	764234	9834229	3314 m
P 2.4	764226	9834219	3910 m
P 3.1	764849	9834245	3835 m
P 3.2	764853	9834238	3831 m
P 3.3	764839	9834229	3835 m
P 3.4	764835	9834238	3831 m
P 4.1	765097	9834357	3817 m
P 4.2	765090	9834366	3818 m
P 4.3	765111	9834367	3818 m
P 4.4	764835	9834355	3812 m
P 5.1	765177	9834400	3804 m
P 5.2	765190	9834399	3807 m
P 5.3	765195	9834404	3807 m
P 5.4	765183	9834416	3809 m

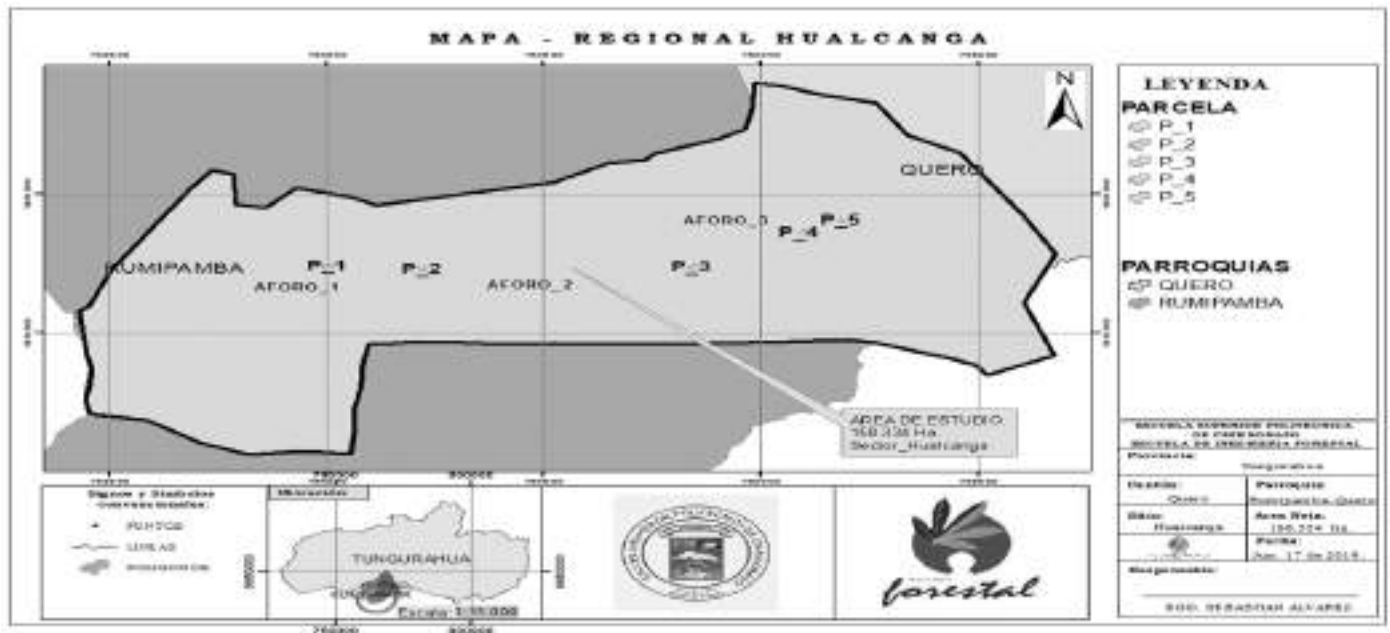


Fig. 1. Ubicación de las parcelas de muestreo y zonas de aforo en la Regional San José de Chazo-Santa Fe de Galán

2.2. Diseño de muestreo

2.2.1. Diversidad florística

Para la instalación de parcelas se tomó en cuenta la metodología propuesta por (Pauli et al. 2015) citado por (Paguay, 2018) para el Proyecto Gloria tomando en cuenta algunas modificaciones para adaptar a los páramos andinos. Se instalaron 5 parcelas de muestreo de 5 m x 5 m, ubicadas a 300 m de distancia y en distintos lugares tomando en cuenta la pendiente, accesibilidad y el estado de cada sitio. Cada parcela de muestreo fue dividida en sub-parcelas de 1m x 1m, las observaciones y recolección de vegetación se llevó a cabo únicamente en las sub-parcelas de las esquinas ya que las otras se alteraron con el pisoteo mientras se realizaba la recolección de las muestras, obteniéndose el registro de 20 sub-parcelas de 1m x 1m. Los sub-cuadrantes de 1m x 1m, se sub-dividieron en celdillas de 0,1 m x 0,1 m, para lo cual se utilizó un armazón de madera con un enrejado de hilos que delimitaron un total de 100 celdillas.

Las especies vegetales que se recolectaron en la zona de estudio fueron herborizadas en el mismo lugar, las especies fueron secadas manualmente bajo sombra, se cambió de papel periódicamente para evitar la putrefacción de las muestras o que estas se llenen de hongos. Dentro de las parcelas se registró número de individuos, frecuencia y cobertura de cada especie, con el fin de obtener datos cuantitativos de la vegetación, las especies que no se pudieron identificar en el campo fueron registradas

con códigos para su posterior identificación en el herbario de la ESPOCH.

2.2.2. Caudal

En la zona de estudio se identificó tres zonas de aforo: Zona 1 (vertiente), Zona 2 (Receptor 1) y Zona 3 (Tanque de distribución), se tomó las coordenadas UTM de cada zona. Se utilizó el método volumétrico, el cual consistió en llenar un balde de 10 L. y tomar el tiempo que este tarda en llenarse. El método se efectuó con 3 repeticiones.

2.3. Análisis de datos

2.3.1. Diversidad florística

Con la información de las especies vegetales se obtuvo: índice de valor de importancia (IVI) por especie y familia, índice de Shannon-Weaver, índice de Simpson e índice de Sorensen. Estos índices corresponden a una medida de la heterogeneidad de una comunidad en función de la riqueza y la abundancia de las especies. La diversidad permite distinguir entre dos comunidades con idéntica riqueza y composición florística, en la cual las especies difieren en cuanto a su abundancia relativa (Sonco, 2013).

Para tener idea de (número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población) (Aguirre, 2006) citado por (Pujos, 2013). La densidad relativa se refiere al porcentaje con

el que cada especie contribuye al conjunto de la comunidad (Smith & Smith, 2001) citado por (Pujos, 2013).

$$Dr = \frac{\text{total de individuos especie A}}{\text{total de individuos, todas las especies}} \times 100$$

Frecuencia relativa (FR).

$$\text{Frecuencia Relativa} = \frac{\text{valor de Frecuencia de la especie A}}{\text{valor total de frecuencia, todas las especies}} \times 100$$

Dominancia relativa.

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{área cobertura sp A}}{\text{área de cobertura de todas las sp}} \times 100$$

El Índice de diversidad de Shannon es un índice basado en la equidad, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra (Valencia, 2013). Los valores se interpretaron de acuerdo a la Tabla 3.

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i (\ln p_i)$$

Dónde H' es el Índice de Shannon, S es el número de especies, P_i es la proporción del número total de individuos que constituyen la especie.

El Índice de diversidad de Simpson está basado en la dominancia, son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Tomando en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies (Valencia, 2013). Los valores se interpretaron de acuerdo a la Tabla 3.

$$ISD = 1 - \sum (p_i)^2$$

Dónde ISD es el Índice de Simpson, P_i es la proporción del número total de individuos que constituyen la especie.

Tabla 3. Interpretación del Índice de Shannon y Simpson.

Valores	Interpretación
0,00 – 0,35	Diversidad Baja
0,36 – 0,75	Diversidad mediana
0,76 – 1,00	Diversidad alta

Fuente: (Ordoñez *et al.*, 2009) citado por (Bayas, 2015).

El Índice de diversidad de Sorensen no considera la abundancia relativa de las especies. Es mucho más útil cuando el principal interés es la determinación de la presencia o ausencia de las especies (Smith & Smith, 2001) citado por (Pujos, 2013). Los valores se interpretaron de acuerdo a la Tabla 4.

$$Iss = \frac{2C}{A+B} \times 100$$

Dónde Iss es el Índice de Sorensen, A es el número de especies en el sitio 1, B es el número de especies en el sitio 2, C es el número de especies similares presentes en ambos sitios A y B .

Tabla 4. Interpretación del Índice de Sorensen.

Valores	Interpretación
0,00 – 0,35	Disimiles
0,36 – 0,70	Medianamente similares
0,71 – 1,00	Muy similares

Fuente: (Ordoñez *et al.*, 2009) citado por (Pujos, 2013).

2.3.2. Caudal

El caudal se entiende que es el volumen de agua que traspasa una superficie en una unidad de tiempo (Lozano & Sánchez, 2017).

Se aplicó la fórmula propuesta por la Guía de orientación en Saneamiento Básico (S.F.):

$$Q = \frac{V}{T}$$

Dónde:

Q = Caudal

V = L (litros)

T = s (segundos)

3. Resultados y Discusión

3.1. Riqueza Florística

Se colectó 30 muestras de plantas vasculares terrestres, identificando 17 familias botánicas, 26 géneros, 27 especies y 15 229 individuos, las cuales han sido identificadas en el Herbario de la ESPOCH. además, también se colectó un líquen y un musgo de familia, género y especie no identificado. (Tabla 5)

Tabla 5. Vegetación registrada.

Familia	Nombre	Ge	Sp	Individuos
Apiaceae	<i>Daucus montanus Humb et Bonpl. ex spreng</i>	2	2	23
Apiaceae	<i>Eryngium humile Cav</i>			53
Asteraceae	<i>Hypochaeris sessiliflora Kunth</i>			23
Asteraceae	<i>Bidens andicola Kunth</i>	3	4	64
Asteraceae	<i>Metameridis</i>			2
Asteraceae	<i>Baccharis caespitosa (Lam.) Pers</i>			6
Blechnaceae	<i>Blechnum</i>	1	1	60
Caprifoliaceae	<i>Valeriana microphylla</i>	1	1	106
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossium</i>	2	2	900
Dyopteridaceae	<i>Polystichum orbiculatum</i>			18
Ericaceae	<i>Disterigma empetrifolium</i>	2	2	18
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum Kunth</i>			49
Fabacea	<i>Vicea</i>	1	1	4
Gentianaceae	<i>Gentianella</i>	2	2	7
Gentianaceae	<i>Gentiana sedifolia</i>			10
Grosularaceae	<i>Ribes andicola</i>	1	1	10
Hyperocaceae	<i>Hypericum sp.</i>	1	1	2
Indeterminada	<i>Liquen</i>			76
Indeterminada	<i>Musgo</i>			166
Leguminosa	<i>Geranium laxicaule</i>	1	1	585
Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i>	1	1	150
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.</i>			457
Poaceae	<i>Holcus lanatus L.</i>	3	3	57
Poaceae	<i>Festuca cf</i>			3
Polygonaceae	<i>Rumex acetosella L</i>	1	1	38
Pteridaceae	<i>Pellacea termifolia</i>	1	1	62
Ranunculaceae	<i>Ranunculus praemersus</i>	1	1	14
Rosacea	<i>Polilepys racemosa</i>	2	2	12
Rosacea	<i>Lachemilia orgiculata</i>			12254
17		26	27	15229

3.1.1. Composición florística de las 5 parcelas de muestreo.

Caranqui et al., (2016), menciona que la presencia de un mayor o menor número de especies está influenciada tal vez por el estado de conservación de los páramos o por el grado de intervención de estos tipos de vegetación. Así en los resultados obtenidos se distingue que la Parcela 5 es la que mayor riqueza posee con 11 familias, 12 géneros y 12 especies, seguida de las Parcelas 1 y 4 con 8

familias, 10 géneros y 10 especies, como se indica en el cuadro 8 y en el gráfico 2. Por otro lado, la Parcela 2 encontramos 6 familias, 6 géneros y 6 especies siendo la parcela con menos diversidad en comparación con la Parcela 3, esto podría deberse a la zona de estudio se encuentra en recuperación ya que anteriormente este sitio estaba en proceso de degradación por actividades antrópicas.

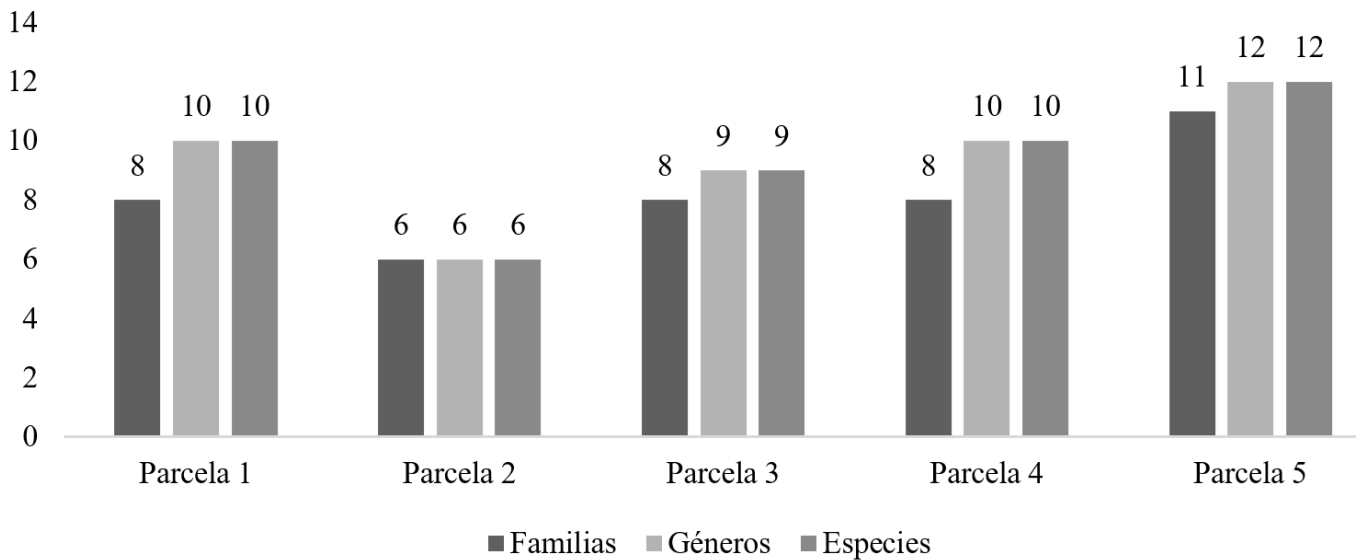


Fig. 2. Composición florística de las 5 parcelas

3.2. Índice de valor de importancia por especie

Según el figura 3 la especie que sobresale con mayor índice de valor de importancia en la Regional, fue *Lachemilia orgiculata* con un 44,06%, esto se debe a que la especie se encontraba en 4 de las 5 parcelas de estudio, según Caranqui (2011) este tipo de especies puede llegar a cubrir hasta el 100% de la superficie y son indicadores de un existió pastoreo en la zona, estas almohadillas protegen los suelos de la erosión acumulando agua y protegiendo los órganos jóvenes

de las demás especies en segundo lugar tenemos a *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud. como con 8,21% lo cual concuerda con el estudio de Caranqui et al., 2016 además esta especie es propia de los páramos de pajonal según la clasificación de Proyecto Páramo 1999. Mientras que la especie *Vicea* fue la que menor índice de valor de importancia presentó con un 0,50% esto se debe a que fue la especie con menor cantidad de individuos, seguida por otras especies registradas en este ecosistema.

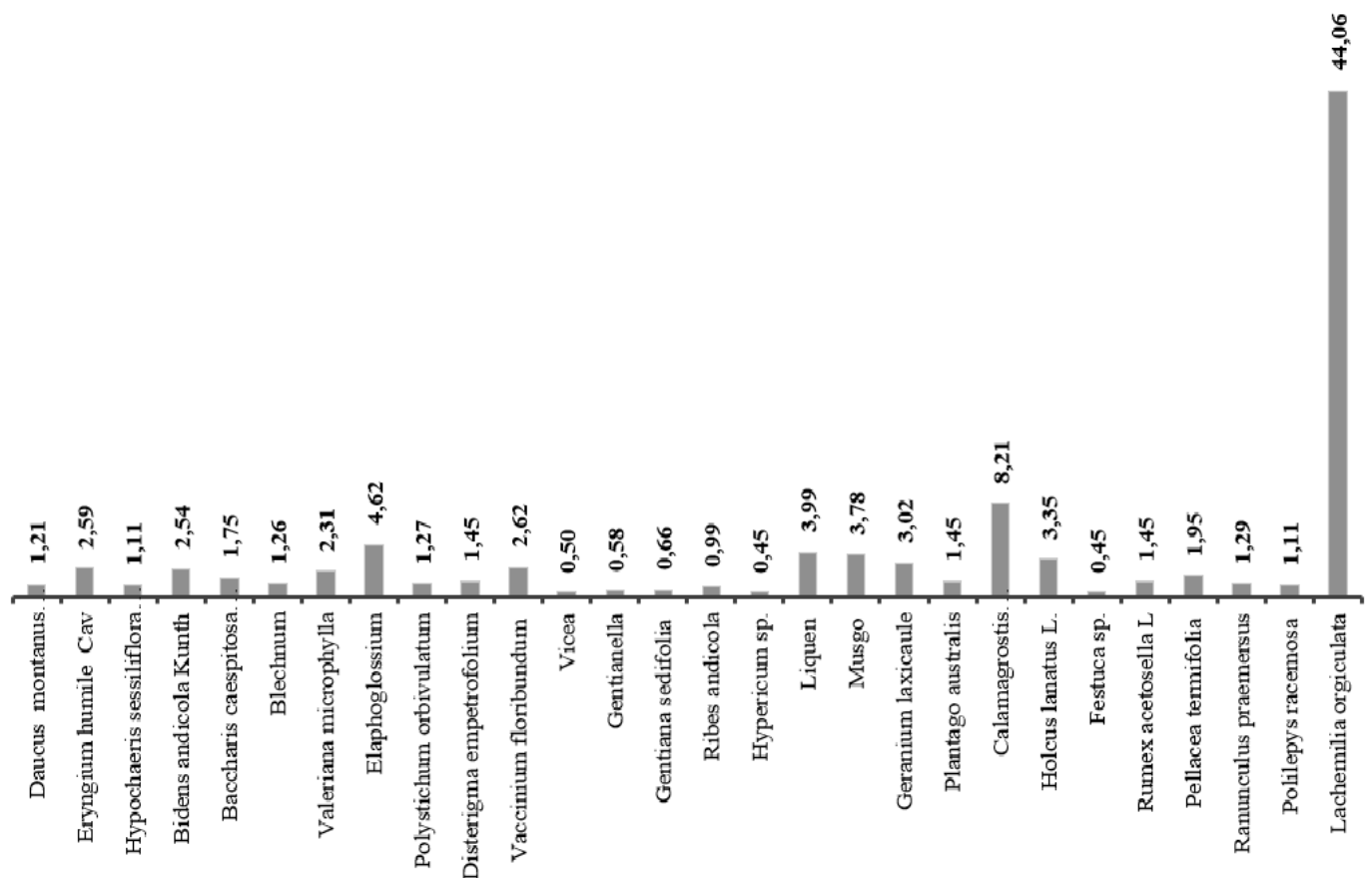


Fig. 3. Índice de valor de importancia por especie

3.3. Índice de valor de importancia por familia

Según el figura 4 la familia que sobresale con mayor índice de valor de importancia en la Regional, fue la familia Rosaceae con un 39,61%, esto se debe a que la especie se encontraba en 4 de las 5 parcelas de estudio, las familias Poaceae, y Asteraceae también presentan una dominancia en este ecosistema con valores de 9,63% 5,79% respectivamente lo que

concuera con la aseveración de Bayas, D. 2015, y Hofstede, et al. 2013, quienes mencionan que las familias más representativas en los páramos del Ecuador son Asterácea, Poaceae, Rosácea. También afirman que en los páramos de Ecuador las familias Asteraceae, Poaceae y Rosacea son las familias más ricas en géneros y especies, seguidas por las familias (Ericaceae, Orchidaceae, Cyperaceae, Gentianaceae, Scrophulariaceae, Apiaceae),

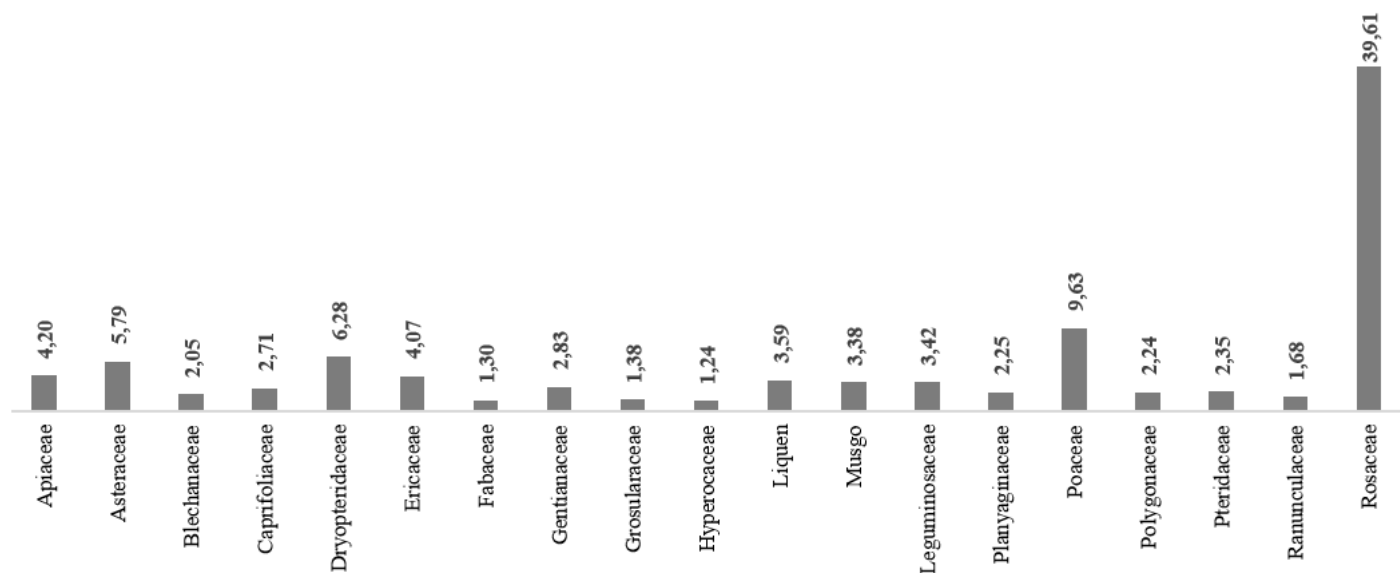


Fig. 4. Índice de valor de importancia por familia

3.4. Índice de Shannon e Índice de Simpson

Como se muestra en la tabla 6, el índice de diversidad de Shannon en la parcela N°- 03 posee una diversidad baja, mientras que las parcelas N°- 01 y 05 tienen una diversidad media, la parcela N°- 04 fue la parcela que mayor índice de diversidad presentó, estos resultados obtenidos concuerdan con la tabla 5 mencionada por Ordoñez et al., (2009) en donde indica que mientras mayor sea el número referencial mayor riqueza tendrá dentro de la zona de estudio. (Tabla 6).

En la tabla 7 nos muestra el índice de diversidad de Simpson en donde las parcelas N°- 01, 03, 05 poseen diversidad baja, mientras que las parcelas N° - 02, 04 poseen diversidad media, en ninguna de las 5 parcelas de muestreo de la zona de estudio registró diversidad alta. La biodiversidad de la zona de estudio se sitúa en diversidad baja de acuerdo a la interpretación por Ordoñez et al., (2009) además estos resultados se corroboran con lo observado en la zona de estudio.

Tabla 6. Índice de Shannon-Weaver por parcela

No. Parcela	Valor Calculado	Valor Referencial	Interpretación
P 1	0,63	0,36 - 0,75	Diversidad media
P 2	0,98	0,00 - 0,35	Diversidad baja
P 3	0,32	0,76 - 1,00	Diversidad alta
P 4	1,12	0,76 - 1,00	Diversidad alta
P 5	0,52	0,36 - 0,75	Diversidad media

Tabla 7. Índice de Simpson por parcela

No. Parcela	Valor Calculado	Valor Referencial	Interpretación
P 1	0,30	0,00 - 0,35	Diversidad baja
P 2	0,51	0,00 - 0,35	Diversidad baja
P 3	0,11	0,36 - 0,75	Diversidad media
P 4	0,45	0,36 - 0,75	Diversidad media
P 5	0,19	0,00 - 0,35	Diversidad baja

3.5. Índice de Sorensen

Como se observa en la tabla 8 las parcelas de muestreo indican que en su mayoría son disimiles, es decir, que hay especies vegetales que se pueden encontrar en ciertas zonas del área de estudio, la parcela 4 vs la parcela 5 muestran ser muy similares, la parcela 1 vs la parcela 3 presentan similitud media la interpretación se realizó de acuerdo a la tabla 6 mencionada Ordoñez et al., (2009).

Tabla 8. Índice de Sorensen (similitud entre parcelas)

N°- de Parcela	Valor Calculado	Valor Referencial	Interpretación
P 1 vs P 2	0,13	0,36 - 0,70	Disímiles
P 1 vs P 3	0,53	0,36 - 0,70	Medianamente similares
P 1 vs P 4	0,20	0,36 - 0,70	Disímiles
P 1 vs P 5	0,18	0,36 - 0,70	Disímiles
P 2 vs P 3	0,13	0,36 - 0,70	Disímiles
P 2 vs P 4	0,25	0,36 - 0,70	Disímiles
P 2 vs P 5	0,22	0,36 - 0,70	Disímiles
P 3 vs P 4	0,32	0,36 - 0,70	Disímiles
P 3 vs P 5	0,29	0,36 - 0,70	Disímiles
P 4 vs P 5	0,82	0,36 - 0,70	Muy similares

3.6. Caudal medio mensual

Según la tabla 9 se observa una variación del caudal mensual durante el periodo de registro febrero – mayo, presentándose para la zona 1 (vertiente) 7,15 L/s; 7,52 L/s; 7,09 L/s; 7,05 L/s; zona 2 (receptor 1) 6,77 L/s; 7,26 L/s; 6,71 L/s; 6,62 L/s y zona 3 (tanque de distribución) 10,10 L/s ; 10,20 L/s; 10,51 L/s; 10,47 L/s, respectivamente, obteniéndose un caudal promedio total de 8,12 L/s. Los páramos son considerados como grandes humedales, por sus condiciones de suelo y vegetación además de ser buenos retenedores de agua (Hofstede et al., 2003).

Tabla 9. Registro de caudal mensual y medio mensual

Zona	Registro mensual del caudal (L/s)				Caudal promedio/zona	Caudal promedio total (L/s)
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo		
Vertiente	7,15	7,52	7,09	7,051	7,20	8,12
1er Receptor	6,77	7,26	6,71	6,623	6,84	
Tanque de distribución	10,10	10,20	10,51	10,471	10,32	
Caudal Promedio/mes (L/s)	8,01	8,33	8,10	8,05		

3.7. Relación caudal – precipitación

Según la figura 5 observamos la relación existente entre precipitaciones y el caudal siendo el mes de marzo que registró mayor caudal con 8,33 L/s con una precipitación de 80,60 mm y en el mes de febrero registro el menor caudal con 8,01 L/s con una precipitación 30,70 mm, además se observa que la curva de tendencia presenta una característica polinómica de segundo orden cuya correlación es de 0,89 existiendo una relación positiva, es decir que, a mayor precipitación, mayor será el caudal. Según el INAMHI (2017), en el Ecuador existe dos temporadas una seca que va desde junio – noviembre y una húmeda diciembre - mayo, los datos registrados fueron tomados en la época húmeda además estas relaciones de precipitación y caudal coinciden con lo mencionado por Estrella et al., 2015.

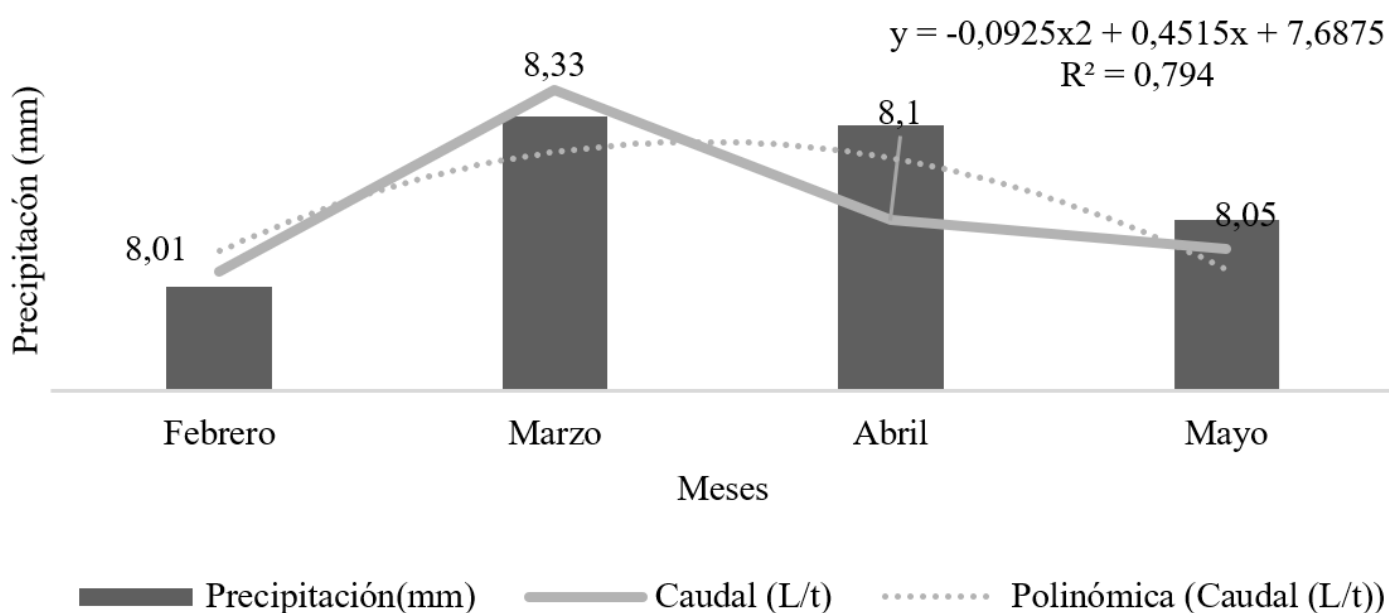


Fig. 5. Relación precipitación caudal en los meses de febrero a mayo

3.8. Caudal promedio por zona

Como se observa en la figura 6 el mayor caudal promedio por zona de aforo es la zona 3 (tanque de distribución) con 10,32 L/s ya que aquí existen afluentes tributarios que producen un aumento de caudal, indicando también que la zona 1 (vertiente)

posee 7,20 L/s, lo cual concuerda con BOB, 2000 donde menciona que cada punto de aforo al menos tenga 0.125 L/s, además la curva de tendencia presenta una característica polinómica de segundo orden cuya correlación es de 0,89 evidenciando una correlación en los datos registrados.

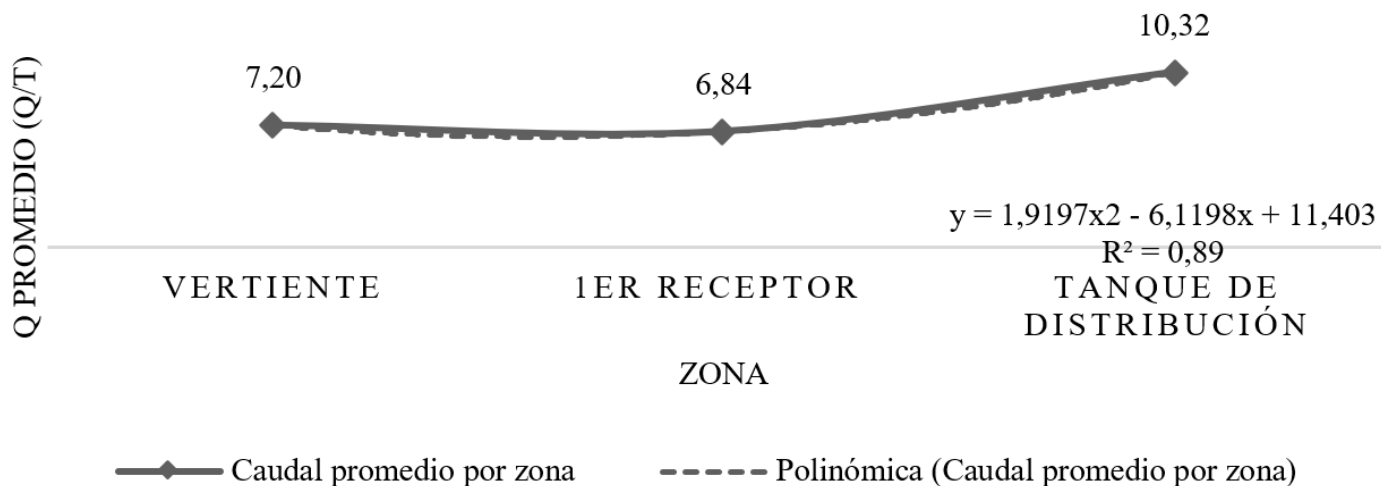


Fig. 6. Caudal por zona de aforo

3.9. Caudal ecológico

Como se observa en la figura 7 el caudal ecológico, en el mes de marzo fue de 0,83 L/s siendo el mes con mayor caudal, los meses restantes mantiene

un equilibrio el mismo que de acuerdo a Bozeman, (1976) puede ser considerado como caudal "excelente" ya que poseen un promedio de 0,8 L/s satisfaciendo las necesidades de los beneficiarios de la Regional.

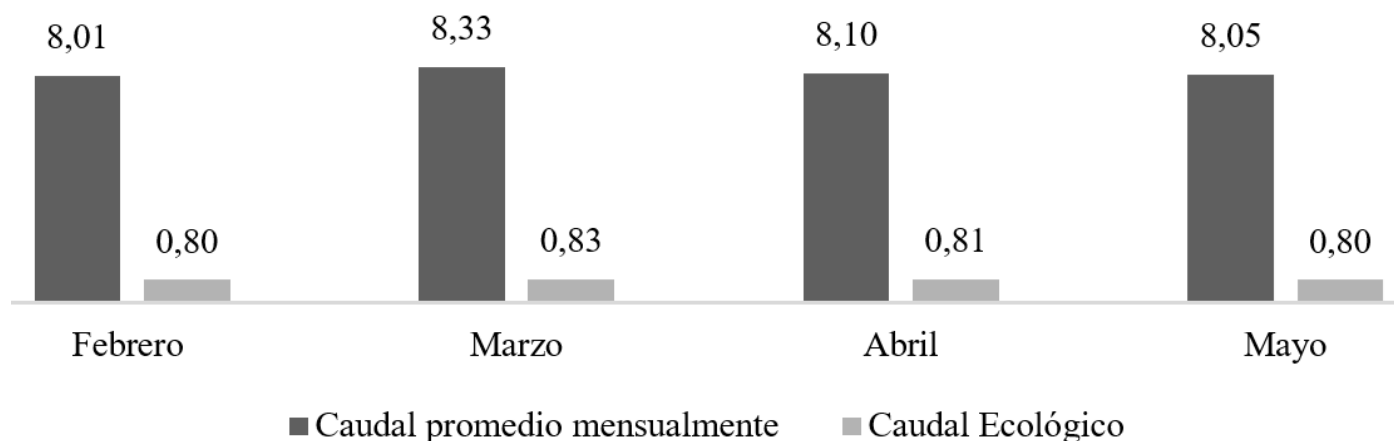


Fig. 7. Caudal ecológico mensual correspondiente a los meses de febrero a mayo

4. Conclusiones

Se recolectaron 30 muestras agrupados en 27 especies, 26 géneros, 17 familias y 15229 individuos, también se recolectó Lichen y Musgo de familia, género y especie no identificados. La especie más representativa en la zona de estudio es *Lachemilia orgiculata* con 44,06% ya que se encontró en 4 de las 5 parcelas de muestreo, además las familias que tuvieron mayor índice de valor de importancia en el área de estudio fueron Rosaceae, Poaceae, Dryopteridaceae Asteraceae y Apiaceae, también se determinó que la parcela con mayor diversidad es la parcela 5 que contiene 11 familias, 12 géneros y 12 especies.

En este estudio se demostró que la diversidad de acuerdo a la equidad (Índice de Shannon) para la parcela 2 es 0,98 y para la parcela 4 es 1,12 interpretándose con diversidad alta, así también estas mismas parcelas de acuerdo a la dominancia (índice de Simpson) se interpreta con diversidad mediana con valores de 0,51 y 0,45 respectivamente, el índice de Sorensen señala que las parcelas de muestreo son disimiles (rango:0,0 – 0,35), es decir, las especies solo se encuentran en ciertas zonas de estudio.

El caudal promedio que aporta la zona de estudio páramo del Igualata es de 8,12L/s, con un caudal ecológico de 0,81 L/s situándolo en un caudal “excelente” que permite satisfacer las necesidades de los pobladores.

El área de estudio registró una diversidad Florística de 5299 individuos agrupados en 18 familias, 26 géneros y 29 especies, también se recolectó musgo y liquen de familia, género y especie no identificados lo cual suma un total de 31 muestras vegetales.

5. Rerefencias

1. Bayas, D. Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo del cantón Tisaleo provincia de Tungurahua. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba: ESPOCH; 2015.
2. Bello, M & Pino, M. 2000. Medición de presión y caudal. Recuperado 5 de mayo, del 2018, de: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR25635.pdf>

3. Bob, R. 2000. Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <http://www.disasterinfo.net/Agua/pdf/9-UsoDomestico.pdf>
4. Campo, A., & Duval, V. 2013. Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). Revista Anales de Geografía de la Universidad Complutense, Madrid, España, (34), 32.
5. Caranqui, J., Lozano, P. & Reyes, J. 2016. Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. Enfoque UTE, Quito, Ecuador, (7), 33-42.
6. Corredor, E., Fonseca, J., & Páez, E. 2012. Los servicios ecosistémicos de regulación: tendencias e impacto en el bienestar humano. Revista de Investigación Agraria y Ambiental, Colombia, (3), 78-80.
7. Díaz, S. 2006. Biodiversity regulation of ecosystem services, en R. Hassan, R. Scholes y N. Ash (eds.), Ecosystems and hu-human well-being: Current state and trends, (I) Findings of the Condition and Trends Working Group of the Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Washington, D.C., Estados Unidos.
8. Hofstede, R. 1995. Effects of burning and grazing on a Colombian paramo ecosystem. (Tesis de doctorado). Universidad de Ámsterdam, Ámsterdam, Holanda.
9. Hofstede, R., Segarra, P., & Mena, P. 2003. Los Páramos del mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito, Ecuador.
10. Hofstede, R., Vásconez, S., & Cerra, M. (Ed.) 2015. Vivir en los páramos. Percepciones, vulnerabilidades, capacidades y gobernanza ante el cambio climático. Quito, Ecuador: UICN.
11. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2017. Tipos de clima Ecuador. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>
12. Jaramillo, A. 2014. Plan de manejo de los recursos

naturales de la Regional San José de Chazo – Santa Fe de Galán. Estrategia de Conservación articulada al proceso de desarrollo local. Riobamba. Ecuador.

13. López, J. 2018. Caudal ecológico en Ecuador. IAGUA. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <https://www.iagua.es/blogs/juan-calles-lopez/caudal-ecologico-ecuador>

14. Lozano, A., & Sánchez, J. 2017. Evaluación experimental de una ecuación empírica para la caída de presión en flujo gaseoso. Recuperado 17 de marzo, del 2018, de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3786/Lozano%20Povis%20Sanchez%20choa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

15. Mena, P., & Hofstede, R. 2006. Los páramos ecuatorianos. Revista Botánica Económica de los Andes Centrales. La Paz, Bolivia. pp. 94 – 95.

16. Ministerio del Ambiente (MAE). 2014. Sistema de clasificación de ecosistemas de Ecuador Continental. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <http://app.sni.gob.ec/snilink/sni/PDOT/NIVEL%20NACIONAL/MAE/ECOSISTEMAS/DOCUMENTOS/Sistema.pdf>

17. OVACEN. 2016. El Páramo. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <https://ecosistemas.ovacen.com/bioma/paramo/>

18. Pauli, H., Gottfried, M., Lamprecht, A., Niessner, S., Rumpf, S., Winkler, M., Steinbauer, K. & Grabherr, G. 2015. Manual para el trabajo de campo del proyecto Gloria. Aproximación al estudio de las cimas. Métodos básicos, complementarios y adicionales. 5ª edición. GLORIA - Coordinación, Academia Austriaca de Ciencias y Universidad de Recursos Naturales y Ciencias de la Vida, Viena, Austria. Edición en español a cargo de Benito, J.L. & Villar, L., Jaca, España. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: https://www.researchgate.net/profile/Jose_Luis_Benito_Alonso/publication/282567915_Manual_para_el_trabajo_de_campo_del_proyecto_GLORIA_Aproximacion_al_estudio_de_las_cimas_Metodos_basico_complementarios_y_adicionales_5_edicion/links/5615380308ae4ce3cc6526b3/Manual-para-el-trabajo-de-campo-del-proyecto-GLORIA-Aproximacion-al-estudio-de-las-cimas-Metodos-basico-complementarios-y-adicionales-5-edicion.pdf

19. Peralta, J. Determinación del caudal y calidad de agua mediante bioindicadores en los páramos de la


comunidad el calvario, ubicado en el cantón Tisaleo, provincia de Tungurahua. (Tesis de grado. Ingeniera Forestal). Riobamba: ESPOCH; 2019.

20. Pujos, L. Diversidad florística a diferente altitud en el ecosistema páramo de tres comunidades de la organización de segundo grado unión de organizaciones del pueblo Chibuleo. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Riobamba: ESPOCH; 2013.

21. Ramón, G. 2002. Visiones, usos e intervenciones en los páramos del Ecuador. Serie Páramo (Cultura). Ecuador, (12), 43-49.

22. Sonco, R. Estudio de la diversidad alfa (α) y beta (β) en tres localidades de un bosque montano en la región de Madidi, La Paz-Bolivia. (Tesis de Grado. Ingeniero Agrónomo). La Paz: Universidad Mayor de San Andrés; 2013.

23. Valencia, C. 2013. Índices de diversidad. Recuperado el 19 de Octubre de 2018 de: <https://es.slideshare.net/ccvalenciac/indices-de-diversidad-ecosistmica>.



**DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN
FLORÍSTICA EN LA VEGETACIÓN
ANÁLOGA DE INDIVISO,
BAQUERIZO MORENO,
TUNGURAHUA**

DIVERSIDAD Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA EN EL VEGETACIÓN ANÁLOGA DE INDIVISO, BAQUERIZO MORENO, TUNGURAHUA

(Diversity and floristic composition in the analogous vegetation of Indiviso, Baquerizo Moreno, Tungurahua)

J. Caranqui¹, M. Ortíz²

(1) Herbario Escuela Superior Politécnica del Chimborazo CHEP, Código Postal: EC060155

(2) G.A.D.PR. Baquerizo Moreno, Código Postal: EC180110

Correspondencia, fono:0979206969, Fax: (03)2317-001, email: jcaranqui@yahoo.com

RESUMEN

El presente trabajo contribuye al conocimiento de la diversidad y similitud de la vegetación mayor de 5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP); el estudio se realizó en el bosque montano localizados en provincia de Tungurahua, cantón Pillaro, parroquia Baquerizo Moreno, sector Indiviso, en las coordenadas 01°18'S; 78°30'W, altitud 30400 m.s.n.m. Se realizó un transecto de 1000m², divididos en 5 subtransectos de 50x4 m. Las especies se identificaron en el Herbario ESPOCH, los datos calculados fueron Densidad relativa (DR), dominancia relativa (DMR) para obtener Índice de Importancia (IV). Se encontraron 18 familias, 29 géneros, 33 especies que corresponden a 249 individuos, en las cuales el mayor número de individuos cuenta Escallonia myrtilloides (8.03%), Macleania rupestris (7.63%), Vaccinium floribundum (6.02%), Gynoxis buxifolia y Miconia bracteolata con 5.62%, Bacharis teindalensis y Blechnum loxensis con 4.82%, Maytenus vertillata, Hypericum laricifolium, Tibouchina lepidota, Brachyotum ledifolium, Symplocos quitense con 4.02%; el resto con valores inferiores. La explicación de tanto especies de páramo arbustivo y bosque montano alto no están tan claros, ya que fisionómicamente fue un bosque montano alto esta zona en estudio. Además no se han encontrado estudios en otras zonas de transición, pero por ello se encuentra un número alto de especies de dos tipos de vegetación.

Palabras claves: Vegetación análoga, páramo arbustivo, bosque montano, Indiviso.

ABSTRACT

This research contributes to the knowledge of the diversity and similarity of the vegetation more than 5 cm (DBH); The study was carried out in the montane forest located in: Tungurahua, Pillaro, Baquerizo Moreno, Indiviso, in latitude 01 ° 18'S; longitude 78 ° 30'W, altitude 30400 meters. A transect of 1000m² was made, divided into 5 plots of 50x4 m. The species were identified by the ESPOCH Herbarium, the calculated data were relative density (DR), relative dominance (DMR) to obtain Importance Index (IV). 18 families were found, 29 genera, 33 species corresponding to 249 individuals, in which the largest number of individuals account Escallonia myrtilloides (8.03%), Macleania rupestris (7.63%), Vaccinium floribundum (6.02%), Gynoxis buxifolia and Miconia bracteolata with 5.62%, Bacharis teindalensis and Blechnum loxensis with 4.82%, Maytenus vertillata, Hypericum laricifolium, Tibouchina lepidota, Brachyotum ledifolium, Symplocos take off with 4.02%; the rest with lower values. The reason of both species of shrub paramo and high montane forest is not so clear, since physiognomically it was a high montane forest this area under study. In addition, no studies have been found in other transition zones, but for this reason there is a high number of species of two types of vegetation.

Key words: Analogue flowering, shrub paramo, high montane forest, Indiviso.

1. Introducción

Bosques montanos

Los bosques de montaña se caracterizan por una enorme diversidad biológica (tan diversa quizás como la famosa selva tropical lluviosa), pero también por regular los importantes caudales hídricos de los ríos que atraviesan el continente y por sobre todo, por compartir una historia de uso y de oferta de recursos en forma interrumpida con la humanidad, durante por lo menos la última decena de miles de años [1]. Sin embargo, hoy se presentan como uno de los sistemas más frágiles a la intervención humana y sobre el cual está cayendo con inusual fuerza los procesos de degradación por sobre-utilización y conversión en sistemas agrícolas y campos de pastoreo [2].

El bosque montano, un tipo de vegetación donde se esperan altos niveles de diversidad, debido a las barreras biogeográficas que son tan frecuentes en las montañas. La diversidad y composición florística son los atributos más importantes para diferenciar o caracterizar cada complejo y/o comunidad vegetal [3]. Por otro lado, la composición florística de un bosque es determinada por el conjunto de especies de plantas que lo componen y es tradición medirla considerando la frecuencia, abundancia o dominancia de las especies [4].

Según Sierra [5], el bosque siempreverde montano alto, se extiende dentro de una franja más amplia que en las estribaciones orientales, desde los 2.900 hasta los 3.600 m.s.n.m. Incluye la "Ceja Andina" o vegetación de transición entre los bosques montanos altos y el páramo (por ejemplo alrededor de la laguna de Papallacta). El bosque húmedo montano es similar al bosque nublado en cuanto a su fisonomía y la cantidad de musgos y plantas epífitas. El suelo tiende a estar cubierto por una densa capa de musgo y los árboles tienden a crecer irregularmente, siendo ésta la fisonomía típica de los bosques altos andinos, con troncos ramificados desde la base y en algunos casos muy inclinados o casi horizontales.

Páramo arbustivo

Los ecosistemas de páramo son categorizados como uno de los sitios con mayor biodiversidad del mundo, considerado por algunos como archipiélago biológico [6, 7]. En el Ecuador la franja altitudinal entre los 3000 hasta los 4500 m s.n.m. contiene casi el 30% de las especies de plantas vasculares [8]; esto demuestra la gran representatividad que tiene este ecosistema

y la importancia de conocer cuál es su diversidad florística, ya que esta clase de información servirá como punto de partida para el monitoreo del cambio climático y el comportamiento de la flora.

Según [9] el páramo en realidad posee una variedad mucho mayor de lo que la imagen clásica ("lugar yermo desprovisto de árboles") nos haría pensar. Los páramos, en el Neotrópico, cubren alrededor del 2% de la superficie de los países de esa región; tiene cerca de 125 familias, 500 géneros y 3400 especies de plantas vasculares. En términos del Ecuador, aún no se conoce el número exacto de especies de plantas que viven en los páramos, pero [10] sugiere que son alrededor de 1.500 especies. También [11] manifiesta que hasta la fecha, se han registrado para los páramos del Ecuador un total de 1.524 especies, siendo para este ecosistema y en relación a su tamaño, el país con la flora más diversa de la región andina. De las especies registradas para Ecuador, se estima que alrededor de 628 especies de plantas son endémicas, esto equivale al 15% de toda la flora endémica del país y el 4% del total de su flora [12]. De acuerdo a [13] el 75% de éstas especies endémicas están amenazadas y apenas el 48% están dentro de áreas protegidas.

Se encuentra sobre los 3100m.s.n.m.. Las hierbas en penacho son reemplazadas por arbustos, hierbas de varios tipos, plantas en roseta y, especialmente en los páramos más húmedos, por plantas de almohadilla. Pequeños árboles de los géneros *Polylepis* y *Escallonia* pueden ocurrir. Flora característica. *Azorella pedunculata*, *A. aretioides*, *A. corymbosa* (*Apiaceae*); *Baccharis* spp., *Culcitium* spp., *Chuquiraga juseieu*, *Diplostephium rupestre*, *Loricaria* sp.; *Oritrophium* spp., *Senecio* spp., *Werneria humilis*, *W. nubigena* (*Asteraceae*); *Draba aretioides*, *Draba* sp. (*Brassicaceae*); *Siphocampylos asplundi* (*Campanulaceae*); *Gentiana* spp., *Halenia* spp. (*Gentianaceae*); *Isolepis* spp. (*Isoetaceae*); *Distichia tolimensis* (*Juncaceae*); *Lupinus alopecuroides* (*Fabaceae*); *Lycopodium* spp. (*Lycopodiaceae*); *Plantago rigida* (*Plantaginaceae*); *Lachemilla orbiculata* (*Rosaceae*); *Valeriana* spp. (*Valerianaceae*). Las plantas de almohadillas pertenecen a muchas familias diferentes como *Asteraceae*, *Apiaceae*, *Ericaceae*, *Geraniaceae*, *Plantaginaceae*, *Brassicaceae* y *Juncaceae*. [5].

Por lo manifestado anteriormente, el objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento de la diversidad

y similitud de la vegetación mayor de 5 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), encontrada en el bosque montano análogo (indiviso) de Baquerizo Moreno, Tungurahua.

2. Materiales y Métodos

2.1 Área de estudio

Este estudio se realizó en el bosque montano según [5].localizados en provincia de Tungurahua, cantón Pillaro, parroquia Baquerizo Moreno, sector Indiviso, en las ccordenadas 01°18'S; 78°30'W, altitud 30400 m.s.n.m.:



Fig.1.Localización del área de estudio

2.2 Toma de datos

En el sitio se instaló una área muestral de 0.1 hectárea, divididos en 2 transectos de 50 x 4 m que es variante de los transectos realizados de Gentry , adaptados en: [14,15,16,17].ya que estos eran de 10 juegos de transectos de 50 x 2m. Utilizando transectos amplios reduce los efectos de micro hábitats en los resultados generales, y tomando en cuenta la fragmentación del bosque que en la actualidad ocurre, los transectos de 50 x 4m nos ayudan a estandarizar el área de muestreo. Los siete transectos son del mismo tamaño lo que permite una comparación entre ellos.

El trabajo de campo se realizó el 13 de diciembre del 2018. Se tomó el DAP (diámetro a la altura del pecho) de las especies mayores de 5 cm. Se colectaron especímenes botánicos de la mayoría de los individuos marcados (incluyendo todas las especies

no definitivamente identificados en el campo) un duplicado de muestras. Las muestras se identificará en el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP). Para mayor información de las especies encontradas se revisó el Catálogo de Plantas Vasculares [18].y la actualización se consultó en la base de datos Trópicos (www.tropicos.org) del Missouri Botanical Garden [19].

2.3 Análisis de datos

Se realizaron los siguientes cálculos [17]:

$$AB= \pi(D)^2/4$$

Donde

AB=Área basal

D= DAP [Diámetro a la altura del pecho (1.30m.)]
 $\Pi= 3.1416(\text{constante})$

parcela)*100

Densidad = Número de árboles en la parcela

Densidad Relativa (DR)= (número de árboles de una especie/número de árboles en la parcela)*100

Dominancia Relativa (DMR)= (Área basal de una especie/Área basal total de todos los árboles en la

Índice de Valor (IV)= DR + DMR

Además se generó un listado general de especies con sus respectivas frecuencias en cada uno de los transectos, con los cuales se obtuvo: riqueza, diversidad (índice de Simpson), índice de similitud [20], calculados en el programa PAST.

3. Resultados

Tabla 1. Listado de especies con sus respectivos IV

FAMILIA	ESPECIE	INDIVIDUOS	DAP	AB	DR	DMR	IV
ESCALLONIACEAE	Escallonia myrtilloides	20	400	125664	8,03	8,03	8,03
ERICACEAE	Macleania rupestris	19	380	113411,76	7,63	7,63	7,63
ERICACEAE	Vaccinium floribundum	15	300	70686	6,02	6,02	6,02
ASTERACEAE	Gynoxis buxifolia	14	280	61575,36	5,62	5,62	5,62
MELASTOMATAACEAE	Miconia bracteolata	14	280	61575,36	5,62	5,62	5,62
ASTERACEAE	Bacharis teindalensis	12	240	45239,04	4,82	4,82	4,82
BLECHNACEAE	Blechnum loxensis	12	120	11309,76	4,82	4,82	4,82
CELASTRACEAE	Maytenus vertillata	10	200	31416	4,02	4,02	4,02
HYPERICACEAE	Hypericum laricifolium	10	200	31416	4,02	4,02	4,02
MELASTOMATAACEAE	Tibouchina lepidota	10	200	31416	4,02	4,02	4,02
MELASTOMATAACEAE	Brachyotum ledifolium	10	200	31416	4,02	4,02	4,02
SYMPLOCCACEAE	Symplocos quitense	10	200	31416	4,02	4,02	4,02
ELAEOCARPACEAE	Vallea stipularis	9	180	25446,96	3,61	3,61	3,61
ERICACEAE	Disterigma empetrifolium	9	180	25446,96	3,61	3,61	3,61
MELASTOMATAACEAE	Miconia crocea	9	180	25446,96	3,61	3,61	3,61
MELASTOMATAACEAE	Axinaea quitensis	7	140	15393,84	2,81	2,81	2,81
ASTERACEAE	Grosvenoria campii	6	120	11309,76	2,41	2,41	2,41
CYATHEACEAE	Cyathea caracasana	5	100	7854	2,01	2,01	2,01
ERICACEAE	Guaultheria glomerata	5	100	7854	2,01	2,01	2,01
GUNNERACEAE	Gunnera brephogea	5	100	7854	2,01	2,01	2,01
MELASTOMATAACEAE	Miconia papillosa	5	100	7854	2,01	2,01	2,01
POACEAE	Neurolepis aristata	5	100	7854	2,01	2,01	2,01
ASTERACEAE	Diplostegium hartwegii	4	80	5026,56	1,61	1,61	1,61
CUNNONIACEAE	Weinmania mariquitae	4	80	5026,56	1,61	1,61	1,61
MELASTOMATAACEAE	Miconia corymbiformis	4	80	5026,56	1,61	1,61	1,61
ROSACEAE	Hesperomeles obtusifolia	4	80	5026,56	1,61	1,61	1,61
ROSACEAE	Hesperomeles ferruginea	3	60	2827,44	1,2	1,2	1,2
BUXACEAE	Styloceras laurifolium	2	40	1256,64	0,8	0,8	0,8
POLYGALACEAE	Monnina phillyreoides	2	40	1256,64	0,8	0,8	0,8
SOLANACEAE	Sessea vestita	2	40	1256,64	0,8	0,8	0,8
ASTERACEAE	Verbesina latisquama	1	20	314,16	0,4	0,4	0,4
ASTERACEAE	Barnadesia arborea	1	20	314,16	0,4	0,4	0,4
PIPERACEAE	Piper nubigenum	1	20	314,16	0,4	0,4	0,4
		249		590424,45	100	100	100

En el cuadro 1 se encuentra 18 familias ,29 géneros, 33 especies que corresponden a 249 individuos, en las cuales el mayor número de individuos cuenta *Escallonia myrtilloides* (8.03), *Macleania rupestris* (7.63), *Vaccinium floribundum* (6.02), *Gynoxis buxifolia* y *Miconia bracteolata* con 5.62 , *Bacharis teindalensis* y *Blechnum loxensis* con 4.82, *Maytenus vertillata*, *Hypericum laricifolium*, *Tibouchina lepidota*, *Brachyotum ledifolium*, *Symplocos* quítense con 4,02; el resto con valores inferiores. Nótese que lo que respecta a diámetros no hay una diferencia y lo que marca una diferencia es el número de individuos, además la mayoría de estas especies tenían hábitos arbustivos en las que los diámetros son pequeños y los árboles que existen también son diámetros pequeños y sus máximas alturas no pasan de 7 metros. Nótese que hay una combinación de especies de bosque montano (*Escallonia myrtilloides*, etc,...) y páramo arbustivo (*Macleania rupestris*, etc, ...).

Encontramos las siguientes especies que tienen algún grado de amenaza: *Axinaea quitensis* (NT), *Miconia papillosa* (LC), *Grosvenoria campii* (EN), *Verbesina latisquama* (LC), *Cyathea caracasana* (CITES) [21].

El índice de diversidad de Simpson (Cuadro 2) indica la relación entre riqueza o número de especies y la abundancia o número de individuos por especies en cualquier sitio dado [22] En cuanto a la relación del número de especies con individuos tenemos un índice de diversidad de Simpson de 0.95 que nos indica que es alto ya que se acerca a 1. En este caso ocurre porque el resultado de 33 especies y 249 individuos, son valores altos.

4. Discusión

Por registros de herbario de las 32 especies encontrados, 25 son de bosque montano, 9 de páramo arbustivo y solo 3 especies pueden estar tanto en bosque como en páramo; por esta razón decimos que es un bosque montano análogo porque la mayoría de especies son de éstas y la particularidad es que su hábito y altura son de menor tamaño que correspondería a un bosque montano típico, por todo ello decimos que es una “vegetación análoga” de bosque montano. En [23] manifiesta que la vegetación tiene un proceso importante de regeneración natural, que no necesariamente es homogénea y como resultado se obtiene vegetación de bosque montano y páramo a ritmo lento.

En otros estudios donde se han encontrado de 14 a 23 especies [24] Gentry en sus transectos de 0.1 Ha a más de 3000m en Ecuador encontró 40 especies en Corazón-Carchi y 37 en Pasochoa, Pichincha [14]. Sin embargo, Gentry utilizó un diseño de corte transversal más disperso (dos transectos de 2x50 m para cada transecto individual de 4x50 m en el presente estudio), lo que explicaría al menos en parte, algunos de los mayores niveles de diversidad reportados en sus estudios. En el transecto encontré 33 especies en 0,1 Ha., no hay estudios previos en este tipo de vegetación, además observando el listado hay una mezcla de especies de bosque montano como es el caso de *Escallonia myrtilloides* que fue el máximo valor pero lo siguen muy de cerca *Macleania rupestris* entre otras que se les puede observar en páramo arbustivo o claros de bosque. Y tal vez por eso la alta presencia de especie ya que más que seguro que esto sea una zona de transición entre páramo arbustivo y bosque montano.

[25] mencionan a *Clethra*, *Clusia*, *Escallonia*, *Freziera*, *Gaultheria*, *Hedyosmum*, *Hesperomeles*, *Miconia*, *Morella*, *Oreopanax*, *Podocarpus*, *Prumnopitys*, *Symplocos* y *Weinmannia* como los géneros dominantes de bosque montano neotropical entre 2.500 y 3.500 m. En nuestro estudio tenemos 8 de 14 géneros enunciados, ya que es una zona de transición. Además incorporar a *Vallea* y *Berberis* géneros importantes en este tipo de vegetación. En cuanto a familias corroboramos también con 15, tenemos Melastomataceae: 7 especies, Asteraceae: 6 especies, Ericaceae: 4 especies; Rosaceae: 2 especies.

La explicación de tanto especies de páramo arbustivo y bosque montano alto no están tan claros, ya que fisionómicamente fue un bosque montano alto esta zona en estudio. Además no se han encontrado estudios en otras zonas de transición, pero por ello se encuentra un número alto de especies de dos tipos de vegetación.

5. Conclusiones

No hay una explicación clara por que hay especies de bosque montano y páramo arbustivo en el sector, porque la fisionomía es de un bosque montano alto, por lo que recomendamos hacer seguimientos a largo plazo para estudiar su dinámica. Una ventaja es que se tiene más especies de bosque montano y páramo arbustivo es decir este sector es más diverso.

6. Referencias

1. Talbot, R. W., R. C. Harris, E. V. Browell, G. L. Gregory, D. I. Sebachery, S. M. Beck, 1986. Distribution and Geochemistry of Aerosols in the Tropical North Atlantic Troposphere: Relationship to Saharan Dust. *Journal of Geophysical Research* 91:5173-5182.
2. Brown, A. y M. Kappelle 2001 Introducción a los bosques nublados de Latinoamérica. Una Síntesis regional. Pp. 25–40. En: Kappelle, M. & A. D. Brown (eds.) *Bosques Nublados del Neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia.
3. Araujo-Murakami, A. 2005. Estructura y diversidad de plantas leñosas en un bosque amazónico preandino en el sector del Río Quendeque, Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, Vol. 40(3): 304-324.
4. Whittaker, R.H. 1975. *Communities and ecosystems*. MacMillan Publishing. Nueva York. 385 p.
5. Sierra, R. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador:
6. Pauli, H., Gottfried, M., Hohenwallner, D., Reiter, K., Casale, R., & Grabherr, G. (2003). Manual para el trabajo de campo del proyecto GLORIA. Instituto de ecología y conservación biológica. Universidad de Viena. Disponible en: http://www.gloria.ac.at/downloads/GLORIA_MS4_Web_espanol.pdf (Consultado julio 10 del 2019)
7. Azócara, A. (1981). La flora de los páramos. En: *Los páramos venezolanos*. De Karl Weidman. Edi. Librería Alemana S.R.L. pp. 6-27. Disponible en: http://www.ciens.ula.ve/icae/publicaciones/paramo/articulos_por_autorb.php.
8. Josse, C., Mena, P., y Medina, G. (2000). La Biodiversidad de los Páramos. Serie Páramo 7. GTP. Disponible en: <http://paramosecuador.org.ec>.
9. Mena, P., & Hofstede, R. (2006). Los páramos ecuatorianos. *Botánica Económica de los Andes Centrales.*, 91-109.
10. León-Yáñez, S. (2000). La flora de los páramos ecuatorianos. En: *La biodiversidad de los páramos*. Serie Páramo 7: 5-21. GTP/AbyaYala, Quito.
11. Sklenář, P., Luteyn, J. L., Ulloa, C., Jørgensen, P. M., y Dillon, M. O. (2005). *Flora Genérica de los Páramos. Guía Ilustrada de las Plantas Vasculares*. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, 92, 3-499.
12. Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J., & Cerra, M. (2014). *Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo*. UICN, Quito: Ecuador.
13. León-Yáñez, S. (2011). *Páramo. Paisaje estudiado, habitado, manejado e institucionalizado. La flora de los páramos ecuatorianos. Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo*. UICN, Quito: Ecuador.
14. Phillips, O. y J. S. Miller. 2002. Global patterns of plant diversity: Alwyn H. Gentry's forest transect data set. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden* 89: 1–319.
15. Ceron, C. 2003. *Manual de Botánica, Sistemática, Etnobotánica y Métodos de Estudio en el Ecuador*. Herbario "Alfredo Paredes" QAP, Escuela de Biología de la Universidad Central del Ecuador.
16. Caranqui, J., & Romero, F. (2014, May). Diversidad y similitud arborea de los bosques montanos de la provincia de Chimborazo. In XI Congreso deficiencia y Tecnología. Aespe. Ecuador (pp. 11-17).
17. Caranqui, J. 2011. *Estudios básicos de bosques montanos en el centro del Ecuador*. Editorial Académica Española. 67 páginas. Publicado en Alemania.
18. Jørgensen, P.M. y S. León-Yáñez (Eds.) 1999. *Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador*. Missouri Botanical Garden.
19. Trópicos base de datos. Missouri Botanical Garden. [Consulta de internet 31 Ago. 2019] <http://www.tropicos.org>

20. Bray, J. R., & Curtis, J. T. (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological monographs*, 27(4): 325-349
21. Valencia, R. (2000). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
22. Smith L. & T. Smith. 2001. *Ecología*. Pearson Education. Madrid. Pag. 664.
23. Caranqui, J., & Suarez, D. (2016). Análisis de la regeneración natural después de la explotación de pino en el páramo de Tamboloma (Tungurahua-Ecuador). Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4623>
24. Gentry, A.H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in neotropical montane forest. Pp. 103-126. In: Churchill, S.P., H. Balslev, Forero, E., & Luteyn, J.L. (eds), *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*. The New York Botanical Garden, Bronx
25. Kessler, M. & S.G. Beck. 2001. Bolivia. Pp. 581–622. En: M. Kappelle & A.D. Brown (eds.) *Bosques nublados del Neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad, InBio, Santo Domingo de Heredia.

A photograph of a tropical forest with a waterfall. The waterfall is on the right side, cascading over dark rocks. The forest is dense with green foliage and trees. The text is overlaid on a dark semi-transparent rectangle in the center.

MODELO DE GESTIÓN DE TURISMO ECOLÓGICO EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA - ORELLANA

MODELO DE GESTIÓN DE TURISMO ECOLÓGICO EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA – ORELLANA

(MANAGEMENT MODEL OF ECOLOGICAL TOURISM FOR FRANCISCO DE ORELLANA CITY)

R. S. Lara Vásconez¹, C. A. Hidalgo Mendoza², D. F. Cedeño Moran³

(1) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Grupo de Investigación Causana Yachay ESPOCH, Puerto Francisco de Orellana, Ecuador.

(2) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Grupo de Investigación Killari Science ESPOCH, Puerto Francisco de Orellana, Ecuador.

(3) Ingeniera en Turismo en Ecoturismo, Puerto Francisco de Orellana, Ecuador.

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación es diseñar un modelo de gestión del turismo ecológico para la ciudad de Francisco de Orellana. A través de la recopilación de información, oferta turística y el análisis de áreas biofísicas, socioculturales, económicas, planta turística, superestructura turística y el atractivo turístico donde se identificaron 4 lugares naturales y 5 culturales. Con la aplicación de la matriz de impacto ambiental se determinó que los atractivos turísticos presentan un alto nivel de contaminación debido a la presencia del sector industrial y al manejo inadecuado del agua sucia y los residuos sólidos. Los atractivos turísticos más afectados son: ríos Napo y Payamino, Payamino El eco parque Yacu y el malecón, a lo largo de la matriz de soluciones, establecen alternativas de remediación ambiental. Con los resultados obtenidos, se diseña un modelo de gestión del turismo sostenible basado en los objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir y PLANDETUR 2020. Se concluye que el modelo de gestión proporcionará el comienzo para desarrollar una actividad turística sostenible en la ciudad.

Palabras claves: Turismo sostenible, modelo de gestión, sostenibilidad ambiental, políticas gubernamentales, impacto ambiental, plan estratégico.

ABSTRACT

The purpose of the present research is to design a Management model of Ecological tourism for Francisco de Orellana City. Through of collection of information, touristic offer, and it was done the analysis of biophysical, socio-cultural, economical areas, **touristic plant**, touristic superstructure and the touristic attractive where 4 natural places and 5 cultural were identified. With the application of environmental impact matrix it was determined that the touristic attractive present a great level of pollution due to the presence of industrial sector and wrong management of dirty water and solid waste. The tourist attractive more affected are: Napo and Payamino rivers, Payamino ecopark Yacu and the malecon, throughout solutions matrix establish environmental remediation alternatives. With the obtained results it is designed a management model of sustainable tourism based on the objectives of Plan Nacional del Buen Vivir and PLANDETUR 2020. It is concluded that management model will provide the beginning in order to develop a touristic sustainable activity into the city.

Key words: Sustainable Tourism, Management model, environmental sustainability, government policies, environmental impact, strategic plan.

1. Introducción

El turismo es una de las actividades económicas más importantes a nivel global, ya que el papel que tiene en la generación de divisas, de empleos y de inversión lo hacen jugar un rol preponderante en las principales economías nacionales, debido a que en los últimos años el turismo en el mundo ha crecido a tasas superiores que el crecimiento de la economía en su conjunto (Meixueiro, 2008), se debe a que las personas que visitan un país no es quien tiene fijada su residencia, por cualquier razón que no sea desempeñar una ocupación remunerada (Di-Bella, 1991). Francisco de Orellana es uno de los cantones más importantes de la provincia de Orellana, por su actividad petrolera se ha convertido en una de las ciudades más representativas e importantes de la región amazónica y del país. Su auge económico y población surge con el boom petrolero que produjo la migración de otras provincias, actividad que llamó la atención de extranjeros y se establecieron con empresas en la zona. Su territorio es una terraza aluvial conformada y delimitada por los Ríos Coca, Napo y Payamino, los cuales son el marco geográfico e hidrológico de la ciudad, cuenta con servicios básicos, infraestructura hotelera, comercial, financiera y de comunicaciones terrestre, aérea y fluvial; su clima es cálido húmedo, posee una gran biodiversidad, recursos hídricos y manifestaciones culturales (Orellana, 2014-2019). En el año 2013 recibió por parte de empresa CERTIFIKA el sello de calidad turística "Ecuador, Destino de Vida" y adopto el slogan "El Coca, La Puerta al Yasuní" (Turismo, 2013), convirtiéndose en la primera ciudad en recibir este distintivo en el país, mediante el cual se certificó a 42 hoteles y restaurantes del sector, entre sus atractivos más representativos tenemos: puente río Napo (malecón), parque central, museo arqueológico, eco parque, centros nocturnos de diversión y restaurante que ofrecen comida y bebidas propias de la zona como lo es maito, pincho de mayón y la chicha de chonta. Sin embargo, su gran biodiversidad y recursos hídricos se han visto afectada por la explotación petrolera, fuente principal de la economía de la ciudad. Con la presente investigación se pretende diagnosticar la situación actual de los atractivos turísticos mediante criterios de sostenibilidad y diseñar programas que nos permitan desarrollar el dinamismo turístico en la ciudad de Orellana.

2. Material y Métodos

Se elaboró el modelo de gestión de turismo sostenible, donde se establecieron políticas de gestión que contrarrestarán los impactos producidos por las actividades y el manejo de los atractivos, se sustentó a través del modelo realizado por SENPLADES en la Primera Cumbre de turismo sostenible Galápagos 2010 (Quirola, D. 2010). En el Plan nacional del buen vivir 2014-2019: En sus objetivos: 1 "Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas", 3 "Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones", 6 "Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible, de manera redistributiva y solidaria" (Senplades, 2017-2021). En donde la planificación del turismo sostenible responde a las necesidades de los turistas, protege y mejora las oportunidades del futuro. Dentro del plan estratégico Se diseñó y se estableció políticas de gestión de acuerdo a la necesidad que presenta la ciudad de Coca, para el desarrollo de la actividad turística con impactos ambientales mínimos, de acuerdo al análisis realizado dentro del taller participativo donde se determinó la situación turística actual de la ciudad. d) Sistemas de manejo de turístico: En base a la metodología del SIMAVIS, se estableció el manejo adecuado de los atractivos turísticos de la ciudad de Coca, 3) Programas del modelo de gestión Para el establecimiento de programas se basó en los objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir y áreas funcionales del PLANDETUR 2020, que a través de la matriz lógica se estructuraron los proyectos y actividades a ejecutarse.

3. Resultados

Dentro de la urbe de Francisco de Orellana encontramos diversos puntos turísticos y espacios que brindan la posibilidad de crear e implementar nuevos proyectos para potenciar esta actividad económica, sin embargo no se cuenta con herramientas que proporcionen las bases para desarrollar una actividad turística que brinden las garantías de sostenibilidad. El presente modelo pretende convertirse en una guía que ayudará a mejorar el manejo de los atractivos presentes y servirá como base para el desarrollo de nuevos proyectos turísticos en la ciudad a través de la intervención del GAD municipal de Puerto Francisco de Orellana, ente que apoyo el diseño del modelo de gestión de turismo sostenible.

3.1. Plan estratégico del modelo de gestión

Misión: El GADM de Francisco de Orellana a través de la Subdirección de gestión y desarrollo turístico, impulsará la elaboración y ejecución de proyectos turísticos sostenibles que le permita a la población de Puerto Francisco de Orellana desarrollar y aprovechar el potencial turístico de la ciudad y se posiciona como un destino de vida a nivel local, nacional e internacional.

Visión: En 5 años la ciudad de Puerto Francisco de Orellana contará con un sistema turístico habilitado que le permita tener un modelo de gestión de turismo sostenible y garantice un buen manejo turístico, orientado a brindar un servicio de calidad, enmarcado a la concientización de la conservación y respeto hacia los bienes patrimoniales de la ciudad.

Políticas Gobernanza: Se establece políticas y estrategias que permitan una adecuada administración ambiental y turística de la ciudad enfocada en cuatro aspectos importante:

- Uso óptimo de los recursos naturales
- Revitalización y fortalecimiento sociocultural de la ciudad
- Generar actividades económicas viables para la población
- Protección y conservación ambiental

Descripción: Se pretende alcanzar un desarrollo sostenible a través del establecimiento de políticas y estrategias que respalden la toma de decisiones de cada uno de los actores involucrados dentro de la actividad turística, con el objetivo primordial de fortalecer la planificación y gestión de la actividad turística a través de un enfoque coordinado y planificado que nos conllevará a consolidar a la ciudad como un producto turístico y un destino de vida.

El éxito del modelo dependerá del trabajo y gestión en conjunto y participativo entre los entes públicos, prestadores de servicios y personal local de la ciudad, lo que exigirá mejorar su competitividad, planificación, gestión y por ende se fortalecerá la normativa turística y ambiental que rige a la actividad dentro de la ciudad, por lo que se sugiere las siguientes estrategias y políticas:

Estrategias:

- Realizar convenios entre el Ministerio de Turismo, Ministerio del ambiente, GADS Municipal y Provincial.
- Conformar comités en las diversas áreas del turismo, los cuales estarán integrados por los sectores públicos, privados y actores involucrados en la actividad con el objetivo de desarrollar y abarcar todos los sectores turísticos de la ciudad.
- Crear un organismo de regulación de precios y recategorización en el sector turístico, conformado por el Alcalde, representante de la planta turística, bajo dirección del Ministerio de turismo.
- Desarrollar herramientas mediante el diseño de un plan maestro de turismo donde se generen los instrumentos necesarios y precisos para lograr el desarrollo de la actividad turística, considerando los criterios de un enfoque integral, interdisciplinario y holístico.

Políticas

- Competitividad turística, basada en la calidad de servicios turísticos y la oferta turística de la ciudad.
- Protección al turística que visita la ciudad, basado en la sanción de una remuneración básica, en reincidencia dos remuneraciones básicas más clausura del lugar por el incumplimiento de las normas regulación de precios establecidos por el organismo de vigilancia turística, por un tiempo de 5 días.

De este Plan Estratégico se generó un concurso: **“MEJORAR LAS FACHADA DE LA PLANTA HOTELERA”**, con el tema “Representatividad cultural de la ciudad” del uso óptimo de los recursos naturales y protección ambiental, bajo convenio con el Ministerio del Ambiente y Ministerio de Turismo.

Reingeniería del destino, cuyo objetivo es Diseño y definición del producto turístico sostenible que dé a conocer la biodiversidad natural y patrimonio cultural de la zona.

Posicionamiento del mercado, como objetivo:

Posicionar a Puerto Francisco de Orellana como un destino de vida a través la consolidación del sistema turístico de la ciudad.

Descripción: Con la realización de planes de marketing e investigaciones profundos del mercado se pretende proporcionar las herramientas necesarias para la creación de futuros productos turísticos innovadores y brindar a los turistas un servicio con altos estándares de calidad, tomando como la principal meta incrementar la demanda turística de la ciudad.

Paralelo a los antes mencionado se deberá trabajar concientizando a la población local y actores involucrados mediante la elaboración de cronogramas anuales de capacitación con temas referentes a la generación de un turismo sostenible con la finalidad de fortalecer el sistema turístico de la ciudad y así convertirla en un destino de vida capaz de satisfacer todas le necesidades de los turistas.

SIMATUR

Objetivo: Proporcionar una herramienta metodológica a los actores que se encuentran involucrados para que puedan brindar un servicio de calidad con el menor impacto ambiental posible.

Descripción: El SIMAVIS está pensado para el manejo de los visitantes dentro de las áreas protegidas, se puede llegar adaptar en diversos espacios en donde se desarrolle la actividad turística gracias a su criterio de calidad de la experiencia de visitantes y al respeto que se debe de tener a los objetivo de conservación expuestos en el la Constitución de la República del Ecuador, Plan de Buen Vivir y PLANDETUR, se caracteriza por tomar como referencia los aspectos naturales, físico- geográfico, sociales, culturales e intervención humana.

Con la adaptación de esta metodología al SIMATUR se pretende alcanzar los mismos objetivos, pero enfocados a atractivos turísticos dentro de la zona urbana, para lo cual se tomará los siguientes componentes:

- 1) Decisiones de manejo
- a) Zonificación

Uno de los principales objetivo de la metodología es la conservación del patrimonio natural y cultural en cada uno de los atractivos turístico con los que

cuenta el casco urbano destinado para uso público, para lo cual basamos el SIMATUR en los principio de la zonificación expuesto por el (SIMAVIS, 2008), lo que tendremos:

Compatibilizar los objetivos de conservación de un área con el uso turístico susceptible en los mismos. Desarrollar prescripciones respecto de las intervenciones y manejo físico, social y administrativo deseado. Como por ejemplo podemos citar al parque central de la ciudad de Francisco de Orellana con la siguiente zonificación estructural:

- Área de juegos infantiles
- Alimentos y Bebidas
- Área de descanso
- Plaza de eventos
- Senderos
- Servicios higiénicos

Cálculo de la capacidad de carga: Cada atractivo deberá establecer y exponer la capacidad de carga del sitio través de la aplicación de diversas fórmulas que permitan realizar este cálculo, dentro del (SIMAVIS, 2008) el número de visitantes es un asunto de calidad de visitas. La meta general es tener la menor cantidad de visitantes posible en un sitio al mismo tiempo, en especial en aquellos sitios en los que los visitantes, van a sentir una mayor satisfacción y su experiencia será mejor cuando el entorno ofrece un cierto nivel de exclusividad (pocos encuentros con otros visitantes, número reducido de grupos y pasajeros).

La capacidad de carga diaria aplicada de manera exclusiva no es relevante. Diez grupos en un sitio al mismo tiempo pueden causar gran contaminación visual y eventualmente impactos sobre la naturaleza o el atractivo, si a esto se suma el no cumplimiento de las reglas de uso y comportamiento los resultados serán peores.

Para calcular la capacidad de carga de los diferentes atractivos turístico de la ciudad se sugiere la metodología por (Cifuentes, 1992), tomando en cuenta lo diversos indicadores que lo conforman como son ecológicos, físicos, económicos, sociales y culturales.

3.2. Programas Del Modelo De Gestión De Turismo Sostenible.

Los programas del modelo de gestión de turismo sostenible se los realizó tomando como referencia los objetivos del plan nacional de buen vivir y las áreas funcionales del PLANDETUR 2020.

Tabla 1. Matriz lógica

OBJETIVOS DE PLAN NACIONAL DEL BUEN VIVIR	PLANDETUR DE FUNCIONALES	PROGRAMAS	PROYECTOS
<i>Objetivo 1: Garantizar una vida digna con iguales oportunidades para todas las personas”,</i>	<i>Administrar en el sistema turístico. Educación y capacitación de recursos humanos</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Administrativo</i> • <i>Educación</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Generación de políticas y ordenanzas que respalden la actividad turística, ambiental y cultural de la ciudad</i> • <i>Diseño de un pla de capacitación pre prestadores de servicios turísticos, actores involucrados en la Actividad</i>
<i>Objetivo 3: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones</i>	<i>Medidas para la gestión ambiental para el desarrollo el turismo sostenible</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Gestión ambiental</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Diseño de un plan ambiental</i>
<i>Objetivo 6: Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible, de manera redistributiva y solidaria</i>	<i>Desarrollo del destino y facilidades turísticas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Reingeniería del producto y posicionamiento del mercado</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Definición y difusión de diseño producto turístico</i> • <i>Diseño de un plan señalización turística</i>

4. Discusión

Según el modelo de Sainaghi (2006). Se expresa que lo mas importante con respecto al manejo de los destinos es saber ¿Qué hacer? y ¿Cómo hacerlo?, en su metodología enfoca principalmente la gestión estratégica, la dinamica y la estatica. (Beritelli, Bieger, Reinhold & Laesser, 2015). para estos autores el punto clave es la la demanda, tiene que ver con el análisis de las Corrientes turísticas de manera estratégica en un ambito regional y que se pueda controlar, concluyendo que la demanda es la que activa la oferta y no al revés. En cuanto a modelos funcionales el ejemplo que presenta el distrito metropolitano de Caracas, Ornés Vásquez (2009) ofrece una diferente percepción, con respecto a relaciones diversas y funciones, con cuatro componentes que estructuran el modelo, [planificación; inversiones y proyectos; mercadeo; y desarrollo social y económico] y en base a estos parametros se estableceran las lineas estratégicas de acción” (OrnésVásquez, 2009: 103). Segun (Pearce, 2014). La naturaleza dinámica de los destinos se ve reflejada los modelos de proceso, a través de los mismos se visualiza la naturaleza de la

dinamica de gestión de los destinos. De acuerdo con Vera et al. (2011) y González Cornejo & Rivas Ortega (2008), No es suficiente contar con un modelo que contenga una estrategia , con objetivos , actividades y una correcta organización, lo que realmente se necesita es una evaluación constante y continua de los modelos, que pruebe que las acciones se siguen cumpliendo de forma continua en la práctica. (Pearce, 2015). Más bien, es una actividad dinámica y constante y los modelos deberían demostrar esta continuidad de acciones.

El GAD Municipal de Francisco de Orellana no cuenta con un modelo de gestión en donde se establezca las necesidades reales de la ciudad, que permita cambiar aquella visión y aquel pensar que el único potencial es el petróleo y que todo gira alrededor de aquel sector, en base a lo expuesto se ha visto necesario desarrollar un modelo de manejo turístico y ambiental con la finalidad de generar estrategias que permitan alcanzar un desarrollo sostenible, mediante el cual se logre un equilibrio entre la conservación y preservación de los recursos naturales con las actividades turísticas desarrolladas, para lo cual se a estudiado algunos modelos de

gestión de destinos, pero para comprobar su eficacia en cuanto a la aplicación en el campo práctico se sugiere utilizar este modelo en una prueba empírica, para luego evaluar sus verdadero alcance en base a los resultados que se obtengan en el mediano plazo.

5. Conclusiones

En base a bibliografía consultada se diseñaron cuatro programas basado en las necesidades de la ciudad que se realizarán en un tiempo determinado de cinco años, lo que convierte al modelo de gestión en un proyecto de corto plazo.

El modelo de gestión dará las pautas para desarrollar una actividad turística sostenible atractiva para el turista y amigable con el ambiente, sus postulados se basan en el buen vivir y en la constitución de la República del Ecuador cuyo eslogan gira alrededor de la PACHA MAMA.

Agradecimiento

Agradecemos a los colegas que colaboraron en el diseño y redacción del presente artículo.

Conflicto de interés

No existe un interés particular por parte de los autores ni de la entidad científica que pueda afectar directa o indirectamente a los resultados.

5. Referencias

1. Beritelli, P.; Bieger, T.; Reinhold, S. & Laesser, C. (2015) "The St. Gallen model for destination management".
2. Di-Bella, M. G. (1991). Introducción al Turismo. México: Trillas S.A.
3. Meixueiro, G. (Julio de 2008). Impacto de la actividad Turística en el desarrollo local. disponible en: http://www3.diputados.gob.mx/.../limpacto_%20turismo_desarrollo_docto48.pdf.
4. Orellana, G. M. (2014-2019). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Municipal de Francisco de Orellana. Orellana: s/n.

5. Ornés Vásquez, S. (2009) "La gestión pública del turismo en el distrito metropolitano de Caracas: fortalezas, debilidades y nuevos desafíos". *Gestión Turística* 12: 85 – 108

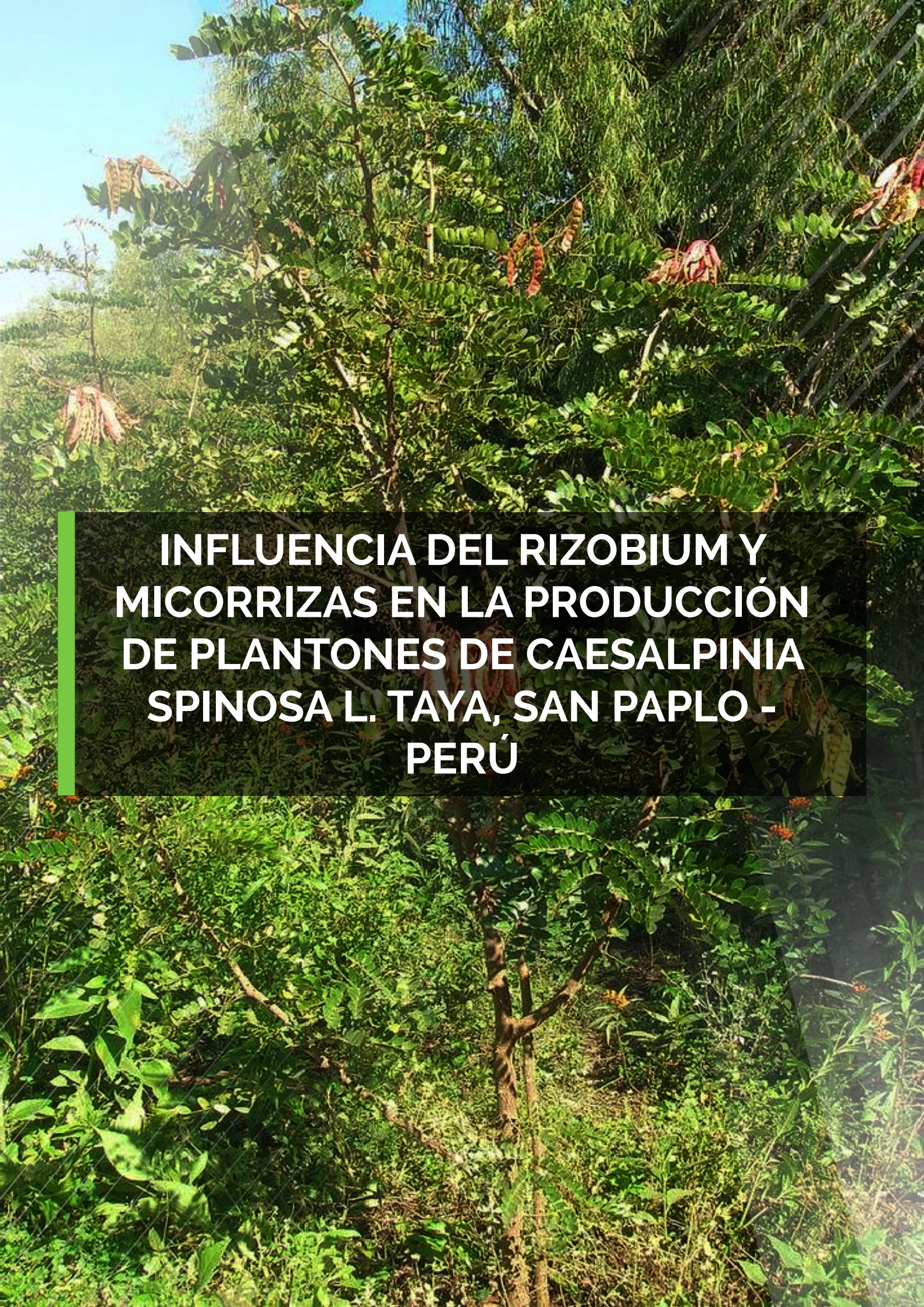
6. Pearce, D. G. (2014) "Destinos turísticos: conceptos e implicaciones para su gestión en tiempos de cambio". En: Cànoves, G. & López Palomeque, F. (Eds.) *Turismo y territorio: innovación, renovación y desafíos*. Tirant Humanidades, Valencia, pp. 21-34

7. Pearce, D.G. (2015) "Plans and practitioners' perspectives in New Zealand". *Tourism Planning & Development*.

8. Quirola, D. (2010). Análisis del concepto de Buen Vivir aplicado a la Planificación del Turismo Sostenible .Primera Cumbre de Turismo Sostenible Galápagos. disponible en: <http://www.optur.org/docs/SENPLADES%20Dania%20Quirola%20Turismo%20Sostenible%20230910.ppsx>

9. SERNATUR. (2008). Modelo de gestión integral de destinos turísticos. disponible en: <http://www.sernatur.cl/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=Modelo-Gesti%C3%B3n-Integral-Mayo2008.pdf>. Senplades. (2017-2021). Plan Nacional de Desarrollo. Quito - Ecuador: CNP.

10. Turismo, M. d. (17 de 10 de 2013). Ministerio de Turismo. Recuperado el 05 de 10 de 2019, de Noticias: <https://www.turismo.gob.ec/el-coca-es-el-primer-destino-de-vida-de-ecuador/>



**INFLUENCIA DEL RIZOBIUM Y
MICORRIZAS EN LA PRODUCCIÓN
DE PLANTONES DE CAESALPINIA
SPINOSA L. TAYA, SAN PAPLO -
PERÚ**

INFLUENCIA DEL RIZOBIUM Y MICORRIZAS EN LA PRODUCCION DE PLANTONES DE CAESALPINIA SPINOSA L. TAYA, SAN PABLO – PERÚ

(Influence of rhizobium and mycorrhizae in the production of seedlings of caesalpinia spinosa l. Taya in San Pablo – Peru)

R. Zurita, *, A. Cadenillas, M Gallardo.

Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela de Ingeniería Forestal Cajamarca, Perú

*Correspondencia. E-mail: vzurita2020@hotmail.com (R. Zurita)

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se evaluó la influencia simbiótica de micorrizas en la producción de plantones de *Caesalpinia spinosa* L. Taya, así como la caracterización de cepas de hongos micorríticos, realizándose el trabajo en campo, vivero, y laboratorio. No se encontró nódulos como producto de bacterias nitrificantes en las raíces de las plantas de *Caesalpinia spinosa* L., y se identificó hongos ectomicorríticos en la rizósfera, tales como Basidiomicetes y especies de *Rhizoctonia* sp y *Fusarium* sp. De las evaluaciones el T4, supera a todos los tratamientos como en altura, diámetro de cuello, número de hojas, longitud de raíz, peso húmedo y peso seco de plántula. Concluyendo finalmente, diremos que la *Caesalpinia spinosa* L. taya, a pesar de pertenecer a la familia de las Leguminosas no presenta nodulación; pero la presencia de los hongos ectomicorríticos como los basidiomicetes en la rizósfera y el alto contenido de materia orgánica, influye positivamente en el incremento del volumen de la plántula en vivero, reflejado también en la absorción de proteínas y fosforo.

Palabras claves: Asociación micorrítica, plantones, rizobium.

ABSTRACT

In this research work was evaluated the symbiotic influence of Mycorrhizae in the production of propagating material of *Caesalpinia Spinosa* L. Taya as well as the characterization of strains of fungi micorríticos, in field, nursery, and laboratory work. Nodules was not found as a product of nitrifying bacteria in the roots of plants details, and identified fungi in the rizósfera, such as Basidiomicetes, *Rhizoctonia* and *Fusarium* sp species ectomicorríticos. Evaluations, the T4 outperforms all treatments as height, diameter of neck, leaf, root, length number weight wet and dry weight of Taya seedling. Finally concluding, we say that the *Caesalpinia Spinosa* L. Taya, in spite of belonging to the legume family is known; but the presence of fungi ectomicorríticos as the Basidiomicetes the rizósfera and high content of organic matter, positively influences the increase in the volume of seedling in nursery, reflected in the absorption of protein and phosphorus.

Key words: Mycorrhizal association, seedlings, rhizobium

1. Introducción

La utilización de fertilizantes biológicos se ha puesto en práctica desde los años 40 en cultivos agrícolas, pero en los últimos años, ha tomado un impulso creciente en plantaciones forestales específicas. Se reconoce que la fijación biológica del nitrógeno (FBN) realiza un aporte considerable de Nitrógeno a las plantas de la familia de las Leguminosas. Actualmente, existen microorganismos como el *Azospirillum* sp y Micorrizas, que favorecen la adquisición de nutrientes para los cultivos, a la vez que ejercen un efecto promotor del crecimiento y tienden a superar situaciones de estrés, o simplemente ayudan al incremento de su tasa de crecimiento. La terminología micorrizas se aplica a la asociación simbiótica de las plantas con algunos hongos del suelo.

Se realizó el presente trabajo de investigación teniendo en cuenta que la *Caesalpinia spinosa* L. (taya), es una especie de interés económico, evaluándose a plántulas de taya en interacción con microorganismos simbiotes (micorrizas y bacterias nitrificantes) en la producción y establecimiento de plántulas, ya que no hay estudios reportados en cuanto a este tema, si bien sabemos que los hongos micorrízicos viven en asociación simbiótica con las raíces de las plantas, estimulando la mayor ramificación del sistema radicular y disolviendo los elementos minerales insolubles del suelo, permitiendo mayor absorción de estos elementos, especialmente fósforo, recientemente se están realizando diversos estudios en relación a esta especie.

2. Materiales y Métodos

2.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

El presente trabajo de investigación se realizó en tres etapas: trabajo de campo (Distrito de San Pablo), trabajo de Vivero (vivero forestal temporal de Kuntur Wasi, San Pablo) y trabajo de laboratorio, (Laboratorio de Rhizobiología y Fitopatología de la Universidad Nacional de Cajamarca). En campo se realizó la identificación de cinco zonas situadas en: Kuntur Wasi; latitud sur 7°07'37.2", latitud oeste 78°50'29.5" y altitud de 2 178 msnm, Jancos; latitud sur 7°02'45", latitud oeste 78°50'50.7" y altitud de 2 211.8 msnm, Rosa Pampa; latitud sur 7°06'03.8", latitud oeste 78°49'78.4" oeste y altitud 2 178

msnm, Yuragalpa; latitud sur 7°07'48.5", latitud oeste 78°17'46.7" y altitud de 2 800 msnm, Lanchepampa; 7°08'12.2" latitud sur 78°45'45.9", latitud oeste y altitud de 2 970.8 msnm, para la extracción de sustrato y raíces de la *Caesalpinia spinosa* L. taya, puntos pertenecientes a la Provincia de San Pablo, Departamento de Cajamarca.

El Vivero Forestal temporal de San Pablo está ubicado en la Provincia de San Pablo, Distrito San Pablo, y Caserío Kuntur Wasi, a una altitud de 2 200 msnm, longitud oeste 78°50'33.5", y latitud sur 7°06'31.4", precipitación de 680 mm promedio por año. De acuerdo al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 1999.

El Laboratorio de Rhizobiología, se encuentra ubicado en la Ciudad Universitaria, de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca situado a una altitud de 2550 msnm, y longitud oeste 78° 30', latitud Sur 7° 10' precipitación 650 mm promedio por año, Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 1999.

2.2. Materiales

Los materiales experimentales son: semilla de *Caesalpinia spinosa* L. para la producción de plántulas en el vivero forestal. Sustratos de cinco zonas identificadas, para realizar el repique de plántulas de taya, análisis de suelo, e identificación de hongos micorrízicos, teniendo en cuenta las altitudes establecidas tal como aparece en la Tabla 01. Muestras de Raíces de plantas de taya de las cinco altitudes establecidas. Plántulas de taya extraídas del vivero Forestal para análisis de Contenido de Proteína y Fosforo. Otros materiales; Compuestos: Glucosa, Agar, Agua destilada, Agua estéril. Reactivos: Cloruro de sodio, Bicloruro de calcio, Fosfato ácido de amonio, Fosfato ácido de potasio, Cloruro de hierro, Sulfato de magnesio hidratado, Malta, Tiamina. Material de vidrio: Vasos, Pipetas, Matraces, Probeta, Tubos de ensayo con tapa, Placas petri. Materiales y Herramientas en el Vivero Forestal: Arcos de hierro, Bolsas de polietileno, Sustratos, Fungicida, Repicadores, Regaderas, Mangueras, Mallas de protección, Plástico protector, Malla para sustrato, Palanas, Zapapicos, Costales, Bolsas transparentes. Equipos: Cocina eléctrica, Refrigeradora, Incubadora, Autoclave, Balanza de precisión, Mechero, Microscopio, Estufa, GPS, Cámara Fotográfica, Camioneta, Computadora, Altímetro.

2.3. Diseño experimental.

Para evaluar la influencia de Bacterias y hongos micorrízicos en la producción de plántulas de *Caesalpinia spinosa* L. instaladas en el vivero del Caserío de Kuntur Wasi, Distrito de San Pablo, Provincia de San Pablo, se aplicó el Diseño Completamente Randomizado (DCR), con seis (6) tratamientos y cuatro (4) repeticiones por tratamiento.

Unidad básica experimental: cada unidad estuvo conformada por 320 plántulas de taya, distribuidas a 1.20 m de ancho x 1.0 m de largo y 0.20 m de profundidad.

Variable independiente (factor de Tratamiento): altitud de procedencia de sustratos.

2.4. Conducción del experimento

2.4.1. Zonificación de las áreas de trabajo en la Provincia de San Pablo

Se identificó con ayuda de un GPS, diferentes zonas altitudinales comprendidas entre los 2 000 y 3 000 msnm, para la ubicación de las áreas de muestreo, se tuvo en cuenta la existencia de plantas naturales de taya adultas, en estado de floración y buen estado sanitario. (Tabla 1)

2.4.2. Selección de plantas individuales de Taya para recolección de muestras de nódulos y hongos micorrízicos

De cada zona seleccionada, se tomó muestras de raíces de plantas de taya para la identificación de nódulos nitrificantes y hongos micorrízicos, donde se seleccionó y escogió tres plantas, en buen estado de sanidad y en plena floración.

2.4.3. Recolección de sustrato para vivero y análisis e identificación de Microorganismos

La recolección de los sustratos, para la inoculación de plántulas en vivero de las diferentes zonas seleccionadas, se tomó en cuenta que el sustrato presente características del manto fúngico (blanquecino), y que este dentro de la proyección del diámetro de la copa de la planta seleccionada.

Una vez seleccionada la zona de muestreo, se extrajo el sustrato previamente tamizado.

Finalmente se trasladó los sustratos al vivero temporal, para utilizarlo como material de repique en plántulas de *Caesalpinia spinosa* L. (taya), que estuvieron en el almacigo aptas para el repique.

La recolección de sustratos, para análisis de suelo y para la identificación de las micorrizas, se tomó del mismo sustrato que se utilizó para el repique de las plántulas de taya, así como también se tomó una muestra del sustrato testigo, sustrato que fue trabajado en el mismo vivero. Finalmente se trasladó al laboratorio, un kilogramo de cada uno de los sustratos extraídos incluyendo al testigo.

2.4.4. Recolección de Nódulos

Para realizar la recolección de nódulos, se usó el criterio propuesto por el Manual de métodos de evaluación selección y manejo Agronómico (CIAT, 1988). Para la recolección de nódulos se removió el suelo, alrededor de la planta de taya, a fin de extraer las raíces primarias y secundarias, para la identificación de los nódulos.

2.4.5. Obtención de sustrato para identificación de micorrizas

De las zonas ya establecidas se tomó una muestra de sustrato de la parte superficial del suelo, y del sustrato que se encontró en contacto con las raíces de taya, se tamizó el sustrato con una malla de un centímetro por un centímetro. Finalmente se trasladó al laboratorio de Rhizobiología para la identificación de los hongos micorrízicos.

2.4.6. Trabajo en vivero

2.4.6.1. Llenado de bolsas para repique

Se trabajó el llenado de bolsas con sustrato preparado en vivero; tierra agrícola, arena y materia orgánica, en una proporción (1:1:1) distribuidas en las camas de repique.

2.4.6.2. Distribución de Tratamientos

Para la distribución de tratamientos y el testigo en estudio, se realizó la distribución de tratamientos según el diseño completamente randomizado (DCR), en el vivero de San Pablo- Kuntur Wasi, de la Provincia de San Pablo, con cuatro repeticiones. (Tabla 2)

2.4.6.3. Repique de plántulas de Taya

Las plántulas de taya fueron extraídas de las camas de almacigo, posteriormente repicadas en las bolsas preparadas con el sustrato de vivero de Kuntur Wasi. Se aperturó un hoyo con ayuda de un repicador manual a las bolsas que contenían el sustrato preparado en vivero, para las plántulas de taya, luego se inoculó las plántulas con los sustratos extraídos de las cinco diferentes zonas y el testigo en estudio, colocando el sustrato en los hoyos de repique conteniendo las plántulas de taya.

2.4.6.4. Labores culturales

Se realizó riegos en forma oportuna, deshierbo y remoción de plántulas.

2.4.7. Trabajo en laboratorio

2.4.7.1. Identificación de nódulos

Se trabajó con las raíces seleccionadas y extraídas de las plantas de taya adultas, para su posterior identificación, ya que reúnen las características para la identificación de presencia de nódulos en las raíces.

2.4.7.2. Identificación de micorrizas

Se preparó el medio de cultivo, Melin NorKrans Modificado (Mnn) + harina de trigo, luego se esterilizó del medio, y luego se transfirió a placas petric, finalmente se incubó a 30^o C por espacio de 24 horas, para comprobar su esterilidad del medio, quedando lista para la transferencia del inóculo.

2.4.7.3. Preparación del inóculo de acuerdo al protocolo CIAT

2.4.7.4. Proceso para caracterización de hongos micorríticos

Una vez purificada la cepa, se extrajo una pequeña muestra y se la colocó en una lámina porta objeto, y se agregó una gota de medio de cultivo líquido de papa dextrosa y agar (PDA) para el desarrollo del hongo, se acondicionó un medio húmedo dentro de una placa petri con agua destilada estéril, sobre un soporte que evita el contacto directo del agua con la muestra de la lámina.

Se procedió a identificar las muestras después de 05 a 07 días, cuatro días aproximadamente, hasta que el hongo desarrolle sus estructuras completamente.

2.4.7.5. Clareo y Tinción de las raíces para detectar presencia de formaciones micorríticas

Para realizar este trabajo se siguió la técnica recomendada por Kormank (1980).

2.5. Evaluaciones registradas

2.5.1. En campo

Se evaluó la presencia de nódulos en las raíces de *Caesalpinia spinosa* L. de las plantas adultas seleccionadas de las zonas de extracción de sustrato.

2.5.2. En vivero

Se evaluó mensualmente al azar 10 plántulas por tratamiento; altura de plántula (AP), diámetro de cuello de plántulas en vivero (DCP), número de hojas (NH) y longitud de raíz.(LR)

2.5.3. En laboratorio

2.5.3.1 Peso húmedo de las plántulas en gramos (PHP)

Se realizó en una balanza analítica pesando las 10 plántulas en evaluación, tomando la parte aérea y la parte radicular de la plántula.

2.5.3.2. Peso seco de las plántulas en gramos (PSP)

Se realizó después de pesar las plántulas en PHP, colocándolos en la estufa a 105°C durante 24 horas, para posteriormente ser pesadas y determinar el PSP correspondiente por tratamiento.

2.5.3.3. Análisis de suelo

Para realizar el análisis del suelo se tomó las muestras de sustrato de cada una de las zonas de estudio y el testigo, dicho análisis se realizó en el laboratorio del Instituto de Innovación Agraria (INIA) donde se determinó P en ppm, K en ppm, PH, M.O%, Arena%, limo% y Arcilla% y determinar la clase textural de cada sustrato.

2.5.3.4. Análisis de proteína y fósforo en plántulas de Taya

Las muestras para el análisis de proteína y fósforo se determinaron en base de plántula seca en el laboratorio del INIA evaluando así: Porcentaje del contenido de proteína y porcentaje del contenido de fósforo

2.5.3.5. Conteo de crecimiento de hongos micorrízicos

Para el conteo de colonias de microorganismos de las muestras de suelo, presentes en medio de cultivo Mmn, se realizó una división de cuatro partes iguales por cada placa petri, contabilizándose en forma individual para luego obtener el total de colonias por placa, con características de hongos micorrízicos.

2.5.3.6. Caracterización de cepas de hongos micorrízicos

Una vez purificadas las cepas de los hongos, con características micorrízicas, se procedió a su respectiva identificación en el laboratorio de Fitopatología.

3. Resultados y Discusión

3.1. Caracterización de microorganismos simbióticos (hongos micorrízicos, *Rhizobium* sp) aislados de la Rizosfera del cultivo de Taya

3.1.1. A nivel de campo

No se encontró nodulación efectuados por bacterias nitrificantes en las raíces de las plantas de Taya, coincidiendo con estudios realizados por Dion (2008).

3.1.2. A nivel de laboratorio

Se determinó que con el tratamiento 4 (T4) existe mayor número de colonias, con características micorrízicas (8) por placa, esto se debe a que en este suelo, que procede de Yuragalpa situado a una altura de 2800 msnm tiene mayor porcentaje en contenido de materia orgánica 23.32% (Tabla 3) coincidiendo con Kruckelmann, (1975) donde indica que la mejor respuesta al incremento de las micorrizas, es debida probablemente al aporte en el contenido de materia orgánica que permite mejorar la estructura del suelo, favorece la aireación y la retención de agua. El uso

de las micorrizas, es una alternativa económica con calidad ambiental que permite reducir el tiempo de permanencia de plántulas de frutales y forestales en la etapa de vivero.

Sin embargo las colonias por bacterias y otros organismos fueron menores (44) debido posiblemente a la presencia de hongos que inhiben su desarrollo tal como lo menciona Esquivel (2008) indica que las micorrizas tienen mecanismos indirectos ayudan a evitar que las plantas se enfermen por la producción antibióticos, y el escaso número de colonias se obtuvo del testigo T6. (Tabla 3)

3.1.3. Caracterización de cepas de hongos micorrízicos

Se caracterizó a los hongos de acuerdo a su estructura y cuerpo fructífero, los tratamientos; T1, T2, T3, T4 y T5, se identificaron hongos con características de Basidiomicetes, que pertenecen al grupo de las ectomicorrizas, presentando en su estructura micelial hifas septadas, presencia de la fibula o clamp, y dichas estructuras no presentaron cuerpos fructíferos, estudios realizados por Sánchez (1999). Con respecto al T6 no se encontró hongos micorrízicos. (Fig. 1)

3.2. Determinación de la influencia simbiótica de los hongos micorrízicos en la producción de platones de Taya.

Los resultados obtenidos en las diferentes evaluaciones a nivel de vivero se aplicaron el procedimiento ANOVA.

3.2.1. Efecto de las micorrizas en altura de planta (AP), número de hojas (NH) y longitud de raíz (LR)

Se presenta el análisis de variancia combinado para altura de planta (AP), número de hojas (NH) y longitud de raíz (LR), donde podemos observar que con el tratamiento 4 (T4), numéricamente se obtuvo la mayor (AP), (NH) y (LR), debido a la influencia de materia orgánica (M.O.) en el suelo (23.32 %) y a los hongos micorrízicos, quienes proporcionan mayor explicación de las raíces para la absorción de nutrientes y agua a las plántulas, la M.O., capta mayor humedad, factor que influyen en el crecimiento de las plantas, trabajos similares se obtuvieron por Muthukumar y Udaiyan (2002) quienes encontraron resultados positivos en cuanto al crecimiento y

producción de plantas de *Vigna* sp, inoculadas con micorriza, como respuesta a la aplicación de materia orgánica, influyendo en la altura de la planta, número de hojas, y longitud de raíz, debido que por efecto de los hongos micorríticos hay mayor área de exploración por las raíces, por ende mayor absorción de nutrientes y agua.(Tabla 4)

3.2.2. Análisis de variancia para el diámetro de cuello de planta (DCP)

Se presenta la prueba de comparación de medias para el DCP de taya, lo cual nos indica que los tratamientos; T4, T2, T1, T3, T6, son estadísticamente iguales y superior al tratamiento 5 (T5), debido posiblemente a que en este tratamiento el pH es de 7.5 y existe mayor número de bacterias, la presencia de microorganismos antagonicos en el suelo tales como, *Verticillium* sp, *penicillium* sp, *fusarium* sp, puede influir negativamente en la supervivencia de la planta hospedera. (Tabla 5)

Numéricamente con el tratamiento 4 (T4) se obtiene mayor diámetro de cuello de plántulas de taya, debido a la acción del sustrato conteniendo mayor materia orgánica (23.32 %), y al mayor número de cepas de hongos micorríticos (8), los que influyen en el incremento del diámetro de las plántulas, trabajos similares se obtuvieron por Davel y Ortega (2003) quienes afirman que en la importancia de las variables relacionadas con la retención nutrientes y de agua en el suelo durante el período de crecimiento de *Pino radiata*, lo cual es importante los niveles altos de materia orgánica del suelo. Estas capas orgánicas son altas en humedad, ricas en nutrientes y representan excelentes sustratos para la formación de micorrizas. (Tabla 6)

3.2.3. Peso húmedo (PHP) y seco de plántulas de Taya (PSP)

Se presenta el análisis de variancia combinado para PHP y PSP, extraídas del vivero de Kuntur Wasi, donde se aprecia que todos los tratamientos estadísticamente son iguales, pero numéricamente con el tratamiento 4 (T4), se obtuvo el mayor PHP (15.20 g) y PSP (5.32 g), debido a la influencia del contenido de M.O. (tabla 07), y mayor número de colonias de hongos micorríticos (tabla 06), los cuales absorben mayor cantidad de agua y nutrientes minerales para las plántulas, reflejados en los gráficos 06 y 07, trabajos similares se obtuvieron

por Muthukumar y Udaiyan (2002) que encontraron resultados positivos en el crecimiento y producción de las plantas, inoculadas con micorriza, como respuesta a la aplicación de M.O. influyendo en la absorción de nutrientes y agua, afirmando que la vaina micótica que se forma alrededor de las raíces proporciona mayor superficie de absorción de los compuestos minerales que la de la raíz sola, lo que favorece al incremento de peso de la planta.

3.2.4. Análisis del contenido de proteína y fósforo en plántulas de taya extraídas del vivero

El tratamiento 4 (T4) se obtuvo el mayor contenido de proteína (8.58 %) y fósforo (0.34%), superando al testigo que contiene 7.35 % y 0.3% respectivamente, este incremento de proteína y fósforo con respecto a los demás tratamientos incluyendo el testigo, se debe a la acción benéfica de los hongos micorríticos, y el alto contenido de la materia orgánica en el suelo y debido a que los hongos proporcionan específicamente fósforo, agua y otros nutrientes que influyen en el contenido de proteína y fósforo de las plántulas de *Caesalpinia spinosa* L. taya, trabajos similares se obtuvieron por EE INTA (2008) donde afirma que las plantas con micorrizas absorben y acumulan más fósforo que las plantas sin micorrizar. Puesto que el fósforo es un nutriente de baja movilidad en el suelo y la raíz debe llegar a él para absorberlo.(Tabla 8)

4.- Conclusiones

No se encontró nódulos como producto de bacterias nitrificantes en las raíces de las plantas de *Caesalpinia spinosa* L. Taya.

Se identificó hongos ectomicorríticos en la rizósfera, tales como Basidiomicetes y especies de *Rhizoctonia*, no se encontró hongos endomicorríticos en las raíces de *Caesalpinia spinosa* L. Taya.

La asociación simbiótica de los hongos micorríticos y contenido de materia orgánica influyeron positivamente en el incremento de volumen en la producción de plántulas de *Caesalpinia spinosa* L. Taya, superando el tratamiento 4 numéricamente al resto de tratamientos, incluso al testigo (T6).

5.- Referencias

1. AEET. (Asociación Española de Ecología Terrestre). 2009. Interacciones entre las comunidades de hongos de micorrizas arbuscular y de plantas.(en línea) ESP. Consultado el 8 de Dic. 2009. Formato ASCCI. Disponible en <http://www.revistaecosistemas.net/pdfs/606.pdf>
2. ANICOLSA DEL PERU S.A.C. 2007. La taya y condiciones de reforestación en el Alto Jequetepeque, Microcuenca de San Juan – Cajamarca. (en línea). PER, v.10 n.2 Lima. Consultado el 15 Feb 2010. Formato ASCCI. Disponible en <http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sciarttext&pid=S1810-99932007000200007&lng=es&nrm=iso>
3. Araujo, P. 1996. Proyecto de Desarrollo Integral la Libertad – Cajamarca. (Eds.).CRC Press. Boca Ratón, F1,Peru - Lima: 155- 186
4. Azcón, A. Barea, J. 1985. Endomycorhizal fungi and Rhizobium as Biological Fertilizers en *Medicago sativa* 279- 325, 327 pg.
5. Azcón, C. y Barea, M. 1980. Micorrizas Investigación y Ciencia. Barcelona, España 47: 8 – 16. Pg.
6. Bonfante & Perotto. 1995. Las asociaciones micorriza-arbúsculo (AM) son el tipo más común, que ocurre en ~80 especies de plantas. Universidad Nacional de Colombia. 34 – 76 p.
7. Burbano, H. 1989. Los Microorganismos del Suelo. Una visión sobre sus componentes bioorganicos. Universidad de Nariño. Pasto. 141-145 Pg.
8. CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical). 1988. Manual de Métodos de Evaluación Selección y manejo Agronómico, Centro Internacional de Agricultura Tropical Apartado 6713, Cali, Colombia. 102 Pg.
9. CIAT (Centro de Investigación Agrícola Tropical). 2009. Rhizobiología. BOL. (en línea) Consultado el 11 de Ene 2010. Formato ASCCI. Disponible en <http://www.ciatbo.org/productos/rhizobiologia.php>
10. CORPOICA. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. 2005. Efecto de las micorrizas y el Sustrato. COL. (en línea). Consultado el 20 Abr. 2010. Formato ASCCI. Disponible en [http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/oferta/EfectoDeLasMico rriza sYElSustrato.pdf](http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/oferta/EfectoDeLasMico%20rriza%20sYElSustrato.pdf)
11. Davel, M; Ortega, A. 2003. Estimación del índice de sitio para pino oregón a partir de variables ambientales en la Patagonia Andina Argentina. Bosque (Valdivia), Valdivia, v. 24, n. 1. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002003000100005&lng=es&nrm=iso. Accedido en 02 mayo 2010. doi: 10.4067/S0717-92002003000100005.
12. Díaz, M. 1998. Endogene Spores Numbers in Soli and Vesicular – Arbuscular Mycorrhiza in Wheat as Influenced by Season and Soli Treatments. Trans. Br. Mycol.soc.54:53 – 63 Pg.
13. Esquivel, R. 2008. La otra cara de la microbiología. Microorganismos que alimentan, protegen a las plantas, Edt. Hispano Americana, de Mexico, D.F. Vol IV, 250 p.
14. EE INTA. Estación Experimental Agropecuaria Marcos Juarez. 2008. Las micorrizas en trigo y su relación con la absorción de fósforo del suelo. ARG. (en línea). Consultado 06 de Abr. 2010. Formato ASCCI. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/MJUAREZ/info/documentos/Suelos/trigomicorrizas08.pdf>.
15. El cuaderno del porque biotecnología. 2009. Aspectos Generales de las Micorrizas, ESP. (en línea). Formato Microsoft Word - Versión en HTML, consultado el 10 de Ene 2010. Disponible en <http://www.forestaluchile.cl/curso/fivegf/mico.htm>.
16. Escobar, C; Colorado, G y D. Paez. 1998. Micorriza Vesicula Arbuscular. Bogota. Editorial Produmedios. 200 p.
17. Garcia, T. 2009. Las Micorrizas. (en línea). ECU. Consultado el 20 Ene 2010. Formato ASCCI. Disponible en <http://agrodominicano.blogspot.com/2009/04/las-micorrizas.html>.
18. Gerdemenn, W. 1975. Vesicular – Arbuscular Mycorrhiza and Plan Growth. Ann.Rev. Phytopathol. 6: 397 – 418 Pg.

19. Gianinazzi, S. 1982. Endomycorrhization Control le en Agriculture, en Horticulture et an Arboricultures. problems et progress. En: les Mycorrhizes biologie et Utilization. Ed. INRA. 231 – 240 Pg.
20. Infojardin. 2007. Artículo Todo Micorrizas. (en línea). BRA. Consultado el 16 de Ene 2010 .Formato ASCCI. Disponible en <http://www.infojardin.com/foro/showthread.php?t=37321>.
21. Huyman, S. 1980. Micorrhizae and production of Crops. Nature. Trans. Br. Mycol.soc. 287: 487- 488 Pg.
22. Jardines. 2009. Las micorrizas hongos beneficiosos. (en línea). ESP – Murillo. Consultado el 13 de Ene 2010. Formato ASCCI. Disponible el http://www.plantasyhogar.com/jardin/jardines/?pagina=jardinjardines_013_013.
23. MIOD. 2006. Universo invisible bajo nuestros pies, los suelos y la vida, Las Micorrizas Cableando el Suelo. (en línea). ESP. Consultado el 10 de Ene 2010. Formato ASPX. Disponible en <http://weblogs.madrimasd.org/universo/archive/2006/07/04/33555.aspx>.
24. Salisbury, F y C. Ross, 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana. México. 151- 153 p.
25. Sylvia, A.; Ponce, L.; Carassa, R. y Reyes, W. 1992. Efecto de la aplicación de efluentes orgánicos de tambo sobre la producción de verdeos y propiedades físico-químicas del suelo. Notas. Técnicas Nº 16. Facultad de Agronomía. Uruguay. 16 p. (en línea). UY. Consultado 02 May 2010. Formato PDF. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material%20de%20lectura/Materia%20Organica/organica.pdf>.
26. Thomas, J. 1981. Microbial formation of secondary and tertiary amines in municipal sewage". September 1981 42: 461-463.
27. Ungicol. 2008. Micorrizol – Presentación, Hongos formadores de micorrizas. (en línea). COL. Consultado el 14 de Ene 2010. Formato ASPX. Disponible en <http://www.fungicol.com/web/micorrizas.html>.
28. UNNE (Universidad Nacional del Nor Este) 2002. Micorrizas en la Agricultura. (en línea) ARG. Consultado el 19 de Oct. 2009. Formato ASCCI. Disponible en <http://www.biologia.edu.ar/fungi/micorrizas.htm>.
29. Kengal Bonsai. 2007. Micorrizas. (en línea) Venezuela. Consultado el 19 de Oct. 2009. Formato ASCCI. Disponible en [Http://www.kengalbonsai.com/indec.tht?page11](http://www.kengalbonsai.com/indec.tht?page11).
30. Kruckelmann, W. 1975. Effect of fertilizers, Soli, Tillageand planta species on Frenquency of endogone Chlammydospores and mycorrhizal infection in Arable solis". En: endomycorrhizas. F.E Sanders, B Mosse y P.B. Tinker (eds) 511 – 525 Pg.
31. Manual Silvo Agropecuario. 1984. Producción y Uso de Suelos y Aguas. Tomo VII SESA – UNC, Cajamarca- Perú.
32. Odum, E. 1998. Ecología. El puente entre la ciencia y la sociedad. Primera Edición. México. Editorial MC Graw Hill.199- 204 p.
33. ONER .1980. Recursos Naturales del Perú, Aprovechamiento integral y racional de la taya Caesalpinia spinosa - caesalpinia tinctoria, Revista p 21-35.
34. Salas, E y A. Blanco. 2000. Selección de plantas hospederas y efecto del fosforo para la producción del inóculo de hongos formadores de micorrizas. Costa Rica. 11-17p.
35. Sánchez, P . 1997. Endomicorrizas y Agroecosistemas. En: Seminario internacional de Manejo sostenible de la Producción Agropecuaria. Universidad Nacional de Palmira. Popayan, pp 49 – 71.
36. Trappe, L. 1984. Mycorrhizal reacciones to pesticides. Ann. Rev. Phytopathol 22: 331 – 395.
37. Vásquez A. 1990. Experimentación Agrícola. Diseños estadísticos para la investigación científica y tecnológica. Edi. Amaru editores s.a. 1ra edi. Lima – Perú. 274 p.
38. William, L. 1986. Suelos Forestales, Edi. Limusa, México, pag 239 – 255.

Tabla 01. Claves de Tratamientos y ubicación de zonas de extracción de muestras de sustratos y raíces.

TRATAMIENTOS		UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
Clave de Tratamientos	Procedencia	Altitud msnm	Latitud Sur	Longitud Oeste
T ₁	Kuntur Wasi	2 178	7°07'37.2"	78°50'29.5"
T ₂	Jancos	2 211.8	7°02'45"	78°50'50.7"
T ₃	Rosa Pampa	2 566	7°06'03.8"	78°49'78.4"
T ₄	Yuragalpa	2 800	7°07'48.5"	78°17'46.7"
T ₅	Lanchepampa	2 970.8	7°08'12.2"	78°45'45.9"
T ₆	Testigo sustrato de vivero	2 100	7°07'30.2"	78°49'37.2"

Tabla 02. Croquis de distribución de los Tratamientos en vivero de Kuntur Wasi

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS					
I	T ₂	T ₅	T ₁	T ₃	T ₄	T ₆
II	T ₃	T ₂	T ₅	T ₁	T ₆	T ₄
III	T ₆	T ₁	T ₄	T ₂	T ₅	T ₃
IV	T ₁	T ₆	T ₂	T ₄	T ₃	T ₅

Tabla 3. Determinación de número de colonias de Microorganismos

Tratamiento	Colonias de hongos con características Micorríticos	Bacterias y Otros microorganismos
T ₁	3	80
T ₂	5	71
T ₃	4	79
T ₄	8	44
T ₅	3	87
T ₆	2	102

Fig. 1 Caracterización de cepas de hongos micorríticos

Lugar	Kuntur Wasi		Jancos		Rosapampa		Yuragalpa		Lamchepampa		S° de vivero
Clave	T1	T1	T2	T2	T3	T3	T4	T4	T5	T5	T6
Fotografía											
hongos encontrados	Basidiomicetes		Basidiomicetes		Basidiomicetes		Basidiomicetes <i>Rhizoctonia</i> sp <i>Fusarium</i> sp		Basidiomicetes		No se encontró H.M.

Tabla 4. Efecto de las micorrizas en altura de planta (AP), número de hojas (NH) y longitud de raíz (LR)

Clave	Altura en msnm.	Factor de Crecimiento		
		(AP) (NS) Cm.	(NH) (NS) u.	(LG) (NS) Cm.
T ₁	2 178	42.250	10.2500	35.750
T ₂	2 211.8	42.250	10.2000	36.000
T ₃	2 566	38.125	10.0000	34.500
T ₄	2 800	43.250	10.5000	37.525
T ₅	2 970.8	40.336	10.2500	37.000
T ₆	Testigo	39.750	9.5000	35.000
C.V.		11.17348	8.896211	7.663983

Tabla 5. Diámetro de cuello de plántulas (DP).

FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
REP	3	0.00124583	0.00041528	0.43	0.7354
trat	5	0.05732083	0.01146417	11.84**	<.0001
Error	15	0.01452917	0.00096861		
Total	23	0.07309583			

CV
5.043487

Tabla 6. Análisis de variancia para el diámetro de cuello de plántula en vivero.

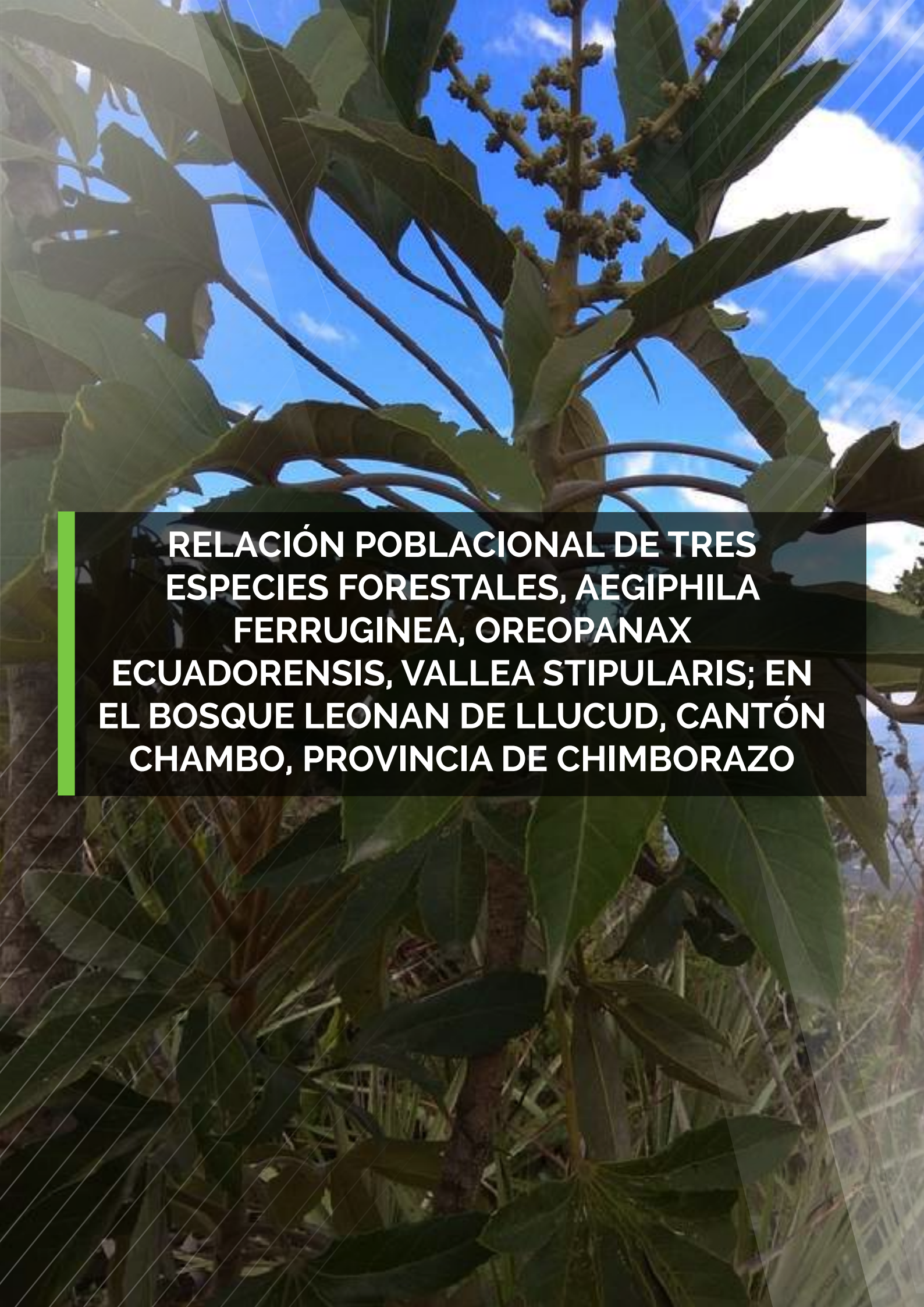
Clave/ Tratamiento	Media / mm	Duncan
T₄	0.66250	A
T₂	0.64250	A
T₁	0.64250	A
T₃	0.62250	A
T₆	0.62000	A
T₅	0.51250	B

Tabla 7. Análisis de variancia para de peso seco y húmedo de plántulas de taya.

Clave	Altura Msnm.	Factor de Peso	
		(PHP) g. (NS)	(PSP g.) (NS)
T₁	2178	14.8500	5.1750
T₂	2211.8	14.2000	5.2125
T₃	2566	13.8750	4.9500
T₄	2800	15.1975	5.3250
T₅	2970.8	14.1750	5.0000
T₆	Testigo	14.3500	5.0750
C.V.		8.082334	8.849933

Tabla 8. Análisis de proteína y fosforo de las plántulas de taya.

TRATAMIENTOS	PROTEÍNA %	FÓSFORO %
T₁	6.65	0.31
T₂	7.00	0.33
T₃	7.77	0.33
T₄	8.58	0.34
T₅	8.00	0.30
T₆	7.35	0.33



**RELACIÓN POBLACIONAL DE TRES
ESPECIES FORESTALES, AEGIPHILA
FERRUGINEA, OREOPANAX
ECUADORENSIS, VALLEA STIPULARIS; EN
EL BOSQUE LEONAN DE LLUCUD, CANTÓN
CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

RELACIÓN POBLACIONAL DE TRES ESPECIES FORESTALES, *AEGIPHILA FERRUGINEA*, *OREOPANAX ECUADORENSIS*, *VALLEA STIPULARIS*; EN EL BOSQUE LEONAN DE LLUCUD, CANTÓN CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

(Population relationship of three forestry species, Aegiphila ferruginea, Oreopanax ecuadorensis, Vallea stipularis; in the Leonan de Lluclud forest, Chambo canton, Chimborazo province.)

O, Guadalupe Arias ¹, K, Chávez Inca, J, Rodríguez Guerra

(1) Escuela de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales, Escuela superior politécnica de Chimborazo

*Correspondencia.Tel.0999855659 oguadalupe@esPOCH.edu.ec(O.Guadalupe.A)

RESUMEN

La presente investigación pretende relacionar la población de tres especies forestales nativas de la región andina del Ecuador *Oreopanax ecuadorensis* Seem, *Aegiphila ferruginea* y *Vallea stipularis* en el bosque siempre verde montano alto Leonan de Lluclud ubicado en el cantón Chambo; mediante la inventariación y observación de la distribución de estas tres especies en tres pisos altitudinales, estableciendo diez parcelas dentro de las cuales se colocaron subparcelas circulares de cinco metros de radio tomando como centro a las especies en estudio, se seleccionaron todos los individuos con Diámetro a la Altura del Pecho, mayor o igual a 7cm. Para cada piso altitudinal se calculó el Índice de Valor de Importancia, los Índices de biodiversidad de Simpson y Shannon – Weaver y el Índice de similitud de Sorensen. Los resultados que a continuación presentamos son resultado de los datos obtenidos en campo y su interpretación. Teniendo que *Vallea stipularis* y *Oreopanax ecuadorensis* Seem presentan gran afinidad; en tanto que *Aegiphila ferruginea* presenta una baja poblacional debido a la explotación a la cual es sometida en este bosque, aseverándose así la presencia de esta especie en el libro rojo en nivel de casi amenazado.

Palabras claves: Bosque siempre verde, especies forestales nativas, pisos altitudinales.

ABSTRACT

The aims of the present research is to relate the population of three native forestry species of the Andean region of Ecuador. *Oreopanax ecuadorensis* Seem, *Aegiphila ferruginea* and *Vallea stipularis* in the evergreen Forest high Leonan de Lluclud a forest located in Chambo canton; by means of the inventory and observation of the distribution of these three species in three altitudinal floors, establishing ten plots in which circular subplots of five meters of radius were placed taking as center the species under study, all individuals with chest height diameter were selected, greater than or equal to 7cm. For each altitudinal floor, the Importance Value Index, the Simpson and Shannon biodiversity - Weaver and the Sorensen similarity index were calculated. The results presented below are the result of the data obtained in the field and their interpretation. Observing that *Vallea stipularis* and *Oreopanax ecuadorensis* Seem have great affinity; while *Aegiphila ferruginea* has a low population due to the exploitation at which it is subjected in this forest, thus stating the presence of this species in the red book at almost threatened level.

Key words: Evergreen forest, native forest species, altitudinal floors.

1. Introducción

Entre las bondades ambientales que los bosques nos ofrecen destacamos que son por excelencia los pulmones del planeta. En el catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador se han registrado 9 865 especies en la región andina representando el 64,4% del total (1). Los remanentes de ecosistemas nativos que persisten en los paisajes fragmentados constituyen una herramienta valiosa para la preservación de especies y comunidades nativas (2). Las estimaciones para la deforestación en el periodo 2 013-2 018 muestran una tendencia hacia una disminución y establece un nivel de 55 000 ha de deforestación (3); a esto se suma el hecho de que en un ecosistema todos y cada uno de sus componentes y poblaciones interactúan en varios grados. Obteniendo especies que se adaptan de manera corporal o de comportamiento y en ciertos

casos de manera genética obteniendo nuevas especies, distintas a sus antecesores (4). La presente investigación pretende contar con información actualizada y oficial sobre los recursos forestales presentes en el bosque Leonan de Llucud.

2. Materiales y Métodos

2.1. Materiales

2.1.1. Ubicación Geográfica

La presente investigación se realizó en la Provincia de Chimborazo, Cantón Chambo, parroquia La Matriz, en el bosque primario Leonan de Llucud, perteneciente a la Asociación San Pedro de Llucud (Fig. 1). Con coordenadas 01° 43' S de latitud y 78° 33' W de longitud a una altitud: 3200 msnm.

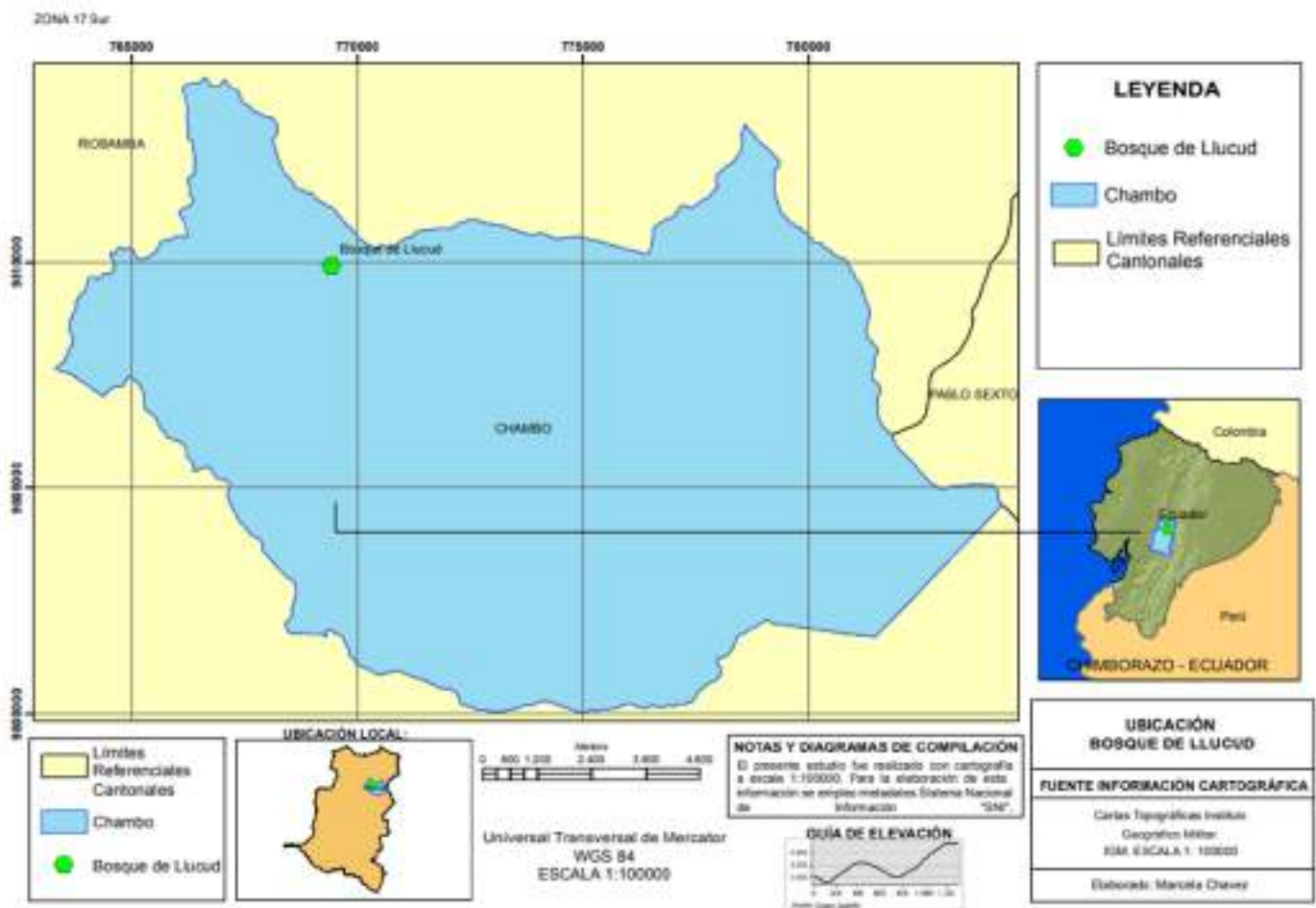


Fig.1. Ubicación geográfica del bosque Leonan de Llucud.

2.1.2. Características climáticas

Precipitación: 500 a 1000 mm/año

Temperatura: 10 a 18 °C

Según (5), pertenece a la clasificación ecológica de Bosque Siempreverde montano alto.

2.1.3. Materiales de campo

Lápiz, libreta de campo, borrador, cinta métrica, piola, pintura en spray, forcípula.

2.1.4. Equipos

GPS, cámara fotográfica, flash memory, hipsómetro computadora, impresora.

2.1.5. Materiales en el herbario

Papel periódico, hilo, carpeta.

2.2. Métodos

2.2.1. Reconocimiento y delimitación del área de estudio

El reconocimiento y delimitación se realizó el día 01 de junio de 2018, mediante un recorrido del bosque y la toma de coordenadas con un GPS marca Garmin y la ubicación de marcas para seccionar los pisos altitudinales obteniendo el piso altitudinal A que comprende desde los 3 300 a 3 400 msnm; el piso altitudinal B que comprende desde los 3 400 a 3 500 msnm y el piso altitudinal C que va desde los 3 500 a 3550 msnm.

2.2.2 Toma de datos

El trabajo de campo se realizó los días 17 y 29 de julio de 2018. Con un área de muestreo de 1 000m² segmentados en 10 parcelas; tres para el piso altitudinal A, cuatro para el piso altitudinal B y tres para el piso altitudinal C con un intervalo de sistematización de 200m. Dentro de cada parcela se colocaron subparcelas circulares de cinco metros de radio (78.5m²), tomando como centro las especies objeto de estudio. Se tomó el DAP y la altura de las especies con un diámetro mayor o igual a 7cm. Se colectaron muestras de todos los individuos marcados posterior a la obtención del permiso de recolección de flora en el Ministerio del Ambiente de la ciudad de Riobamba.

Las muestras fueron prensadas y posteriormente llevadas para su identificación en el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHIEP) a nivel de familia, género y especie. Para mayor información de revisó el Catálogo de plantas vasculares.

2.2.3 Interpretación de los datos de campo

Con los datos obtenidos se realizó la aplicación de las siguientes fórmulas recomendadas por (6)

2.2.3.1. Índice de valor de importancia

Abundancia = está representada por el número de individuos de todas las especies

$$\text{Área basal} = \pi * (\text{DAP})^2 / 4$$

Densidad Relativa

$$DR = \frac{\# \text{ de individuos de una especie}}{\# \text{ total de individuos en la parcela}} * 100 \quad (1)$$

Dominancia Relativa.

$$DMR = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\sum \text{ del área basal de todas las especies}} * 100 \quad (2)$$

Índice de Valor de Importancia

$$IVI = \frac{DR + DMR}{2} \quad (3)$$

2.2.3.2. Índice de diversidad de Simpson

$$IDS = 1 - \sum (Pi)^2 \quad (4)$$

Donde:

IDS = Índice de Diversidad de Simpson

Pi = Proporción de individuos

2.2.3.3. Índice de diversidad de Shannon – Weaver

$$H = - \sum [pi * \log (pi)] \quad (5)$$

Donde:

$p_i = (n_i / n)$ proporción del número total de individuos.
 n_i = número de individuos de una misma especie.
 n = número total de individuos

2.2.3.4. Índice de similitud de Sorensen

$$ISS = \frac{2C}{A + B} \quad (6)$$

Donde:

ISS = Índice de similitud de Sorensen
A = número de especies del muestreo 1
B = número de especies del muestreo 2
C = número de especies en común de los 2 muestreos

Con los resultados obtenidos luego de la aplicación de fórmulas se realizó el análisis de las subparcelas por especie para cada piso altitudinal.

3. Resultados

En la (Tabla 1) correspondiente al inventario realizado en el bosque Leonan de Lluçud se obtuvieron 78 individuos, los cuales pertenecen a 8 familias, 11 géneros y 11 especies. Obteniendo un mayor número de especies en el piso altitudinal C con un 62%, en tanto que el piso altitudinal que presento menor número de individuos fue el piso altitudinal B con 15%.

Tabla 1. Listado de especies registradas en el bosque Leonan de Lluçud por piso altitudinal.

Familia	Género	Especie	N° de Ind.
PISO ALTITUDINAL A			
Araliaceae	Oreopanax	<i>Oreopanax ecuadorensis</i> Seem	3
Asteraceae	Gynoxys	<i>Gynoxys sp.</i>	4
Asteraceae	Verbesina	<i>Verbesina sp.</i>	2
Elaeocarpaceae	Vallea	<i>Vallea stipularis</i>	3
Melastomataceae	Brachyotum	<i>Brachyotum ledifolium</i>	3
Primulaceae	Myrsine	<i>Myrsine andina</i>	3
PISO ALTITUDINAL B			
Araliaceae	Oreopanax	<i>Oreopanax ecuadorensis</i> Seem	8
Elaeocarpaceae	Vallea	<i>Vallea stipularis</i>	4
PISO ALTITUDINAL C			
Araliaceae	Oreopanax	<i>Oreopanax ecuadorensis</i> Seem	2
Asteraceae	Aristiguietia	<i>Aristiguietia glutinosa</i>	6
Asteraceae	Gynoxys	<i>Gynoxys sp.</i>	22
Columelliaceae	Collumelia	<i>Collumelia oblonga</i>	3
Elaeocarpaceae	Vallea	<i>Vallea stipularis</i>	3
Ericaceae	Maclenia	<i>Maclenia cordifolium</i>	3
Melastomataceae	Miconia	<i>Miconia bracteolata</i>	7
Solanaceae	Solanum	<i>Solanum venosum</i>	2
TOTAL			78

N° de individuos: número de individuos

En la (Tabla 2) se observa que los tres pisos altitudinales presentan una dominancia de la especie *Gynoxys* sp. El piso altitudinal que presenta mayor

área basal es el C con 2,8 esto debido a que en este se encontró el mayor número de individuos adultos.

Tabla 2. Índice de Valor de importancia de las especies por piso altitudinal en el bosque Leonan de Lluçud

Familia/especie	P. ALTITUDINAL A		P. ALTITUDINAL B		P. ALTITUDINAL C	
	N° de ind.	IVI	N° de ind.	IVI	N° de ind.	IVI
ARALIACEAE						
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	3	19,09	8	64,62	2	4,24
ASTERACEAE						
<i>Gynoxys</i> sp.	4	17,67	0	0,00	22	45,61
<i>Verbesina</i> sp.	2	9,45	0	0,00	0	0,00
<i>Aristiguietia glutinosa</i>	0	0,00	0	0,00	6	9,59
COLUMELLIACEAE						
<i>Collumelia oblonga</i>	0	0,00	0	0,00	3	4,24
ELAEOCARPACEAE						
<i>Vallea stipularis</i>	3	19,51	4	35,38	3	8,62
ERICACEAE						
<i>Maclenia cordifolium</i>	0	0,00	0	0,00	3	6,27
MELASTOMATAACEAE						
<i>Brachyotum ledifolium</i>	3	15,42	0	0,00	0	0,00
<i>Miconia bracteolata</i>	0	0,00	0	0,00	7	16,19
PRIMULACEAE						
<i>Myrsine andina</i>	3	18,85	0	0,00	0	0,00
SOLANACEAE						
<i>Solanum venosum</i>	0	0	0	0,00	2	5,24
TOTAL	18	100	12	100	48	100

N° de ind: número de individuos, IVI: Índice de valor de importancia

Para el piso altitudinal A de 3 300 a 3 400msnm se obtuvo 18 individuos pertenecientes a 5 familias, 18 géneros y 18 especies. Teniendo que la especie más abundante en este piso altitudinal es *G. sp.*, perteneciente a la familia Asteraceae con 4 individuos y un IVI de 17,67; mientras que *Verbesina* sp. (Asteraceae) presentó el menor número de individuos teniendo así 2 individuos con un IVI de 9,45; cabe mencionar que esta especie se limitó únicamente a este piso altitudinal.

Para el piso altitudinal B de 3400 a 3500msnm se obtuvo 12 individuos pertenecientes a 2 familias, 2 géneros y 2 especies. La especie más abundante es *Oreopanax ecuadorensis* Seem (Araliaceae) con 8 individuos y un IVI de 64,62 mientras que *Vallea stipularis* (Elaeocarpaceae) presenta 4 individuos con un IVI de 35,38.

Para el piso altitudinal C de 3 500 a 3 550msnm se obtuvo 49 individuos pertenecientes a 7 familias, 8 géneros y 8 especies. La especie *G. sp.* (Asteraceae) es la que presentó mayor número de individuos con 22 y un IVI de 45,61; en tanto que *Solanum venosum* (Solanaceae) presentó el menor número de individuos con 2 y un IVI de 5,24 limitándose a este piso altitudinal.

En el cálculo del Índice de Diversidad de Simpson (Tabla 2) por piso altitudinal se obtuvo que el piso altitudinal A registró un mayor Índice de diversidad con un valor de 0,83; seguido por el piso altitudinal C que presentó un valor de 0,74 y finalmente el piso altitudinal B que presentó un valor de 0,44. Con estos valores podemos mencionar que la diversidad florística en el piso altitudinal A y C es alta según lo menciona (7).

Según el índice de diversidad Shannon – Weaver (Tabla 2) se obtuvo que el piso altitudinal A presenta un valor de 1,77; seguido del piso altitudinal C que presenta un valor de 1,68 y el piso altitudinal B un valor de 0,64. Con estos valores podemos emitir que el piso altitudinal A y C con valores de 1,77 y 1,68 respectivamente registran una diversidad media, en tanto que el piso altitudinal B con un valor de 0,64 presenta una diversidad baja según lo menciona (8).

Tabla 2. Índices de biodiversidad de Simpson y Shannon – Weaver para cada piso altitudinal

PISO ALTITUDINAL	I. B. SIMPSON	I. B. S-W
A	0,83	1,77
B	0,44	0,64
C	0,74	1,68

I. B. Simpson: índice de biodiversidad de Simpson, I. B. S-W: índice de biodiversidad de Shannos-Weaver

Al realizar el índice de similitud de Sorensen según (6) se obtuvo que para los pisos altitudinales A y B el índice de similitud es del 13% con 2 especies en común; para los pisos altitudinales A y C la similitud es del 9% con 3 especies en común y para los pisos altitudinales B y C el índice de similitud es del 7% con 2 especies en común. Al obtener 2 y 3 especies compartidas entre las comparaciones realizadas en los tres pisos altitudinales y al obtener porcentajes bajos para el índice de similitud de Sorensen podemos mencionar que existe un bajo índice de similitud; lo cual puede deberse a factores de sitio como la altitud, esto en conjunto con el aprovechamiento de especies que se realiza, sobre todo en los pisos altitudinales más bajos y con menos pendiente lo cual facilita el acceso a los mismos.

En el piso altitudinal B se encontró individuos de *Aegiphila ferruginea*, mismos que han sido cortados, se los identifico por los rebrotes que estos presentaban por lo que se puede emitir que esta especie es sometida a una explotación por parte de las personas que viven en los alrededores logrando casi la pérdida total de esta especie en el bosque en estudio.

4. Discusión

V. stipularis (Elaeocarpaceae), se encontró en los tres pisos altitudinales (tabla 1) con una distribución baja de individuos adultos que pasan los 10cm de

DAP, suponiendo que esta especie es característica de este tipo de bosque. Así también lo corrobora (9); *Oreopanax ecuadorense* Seem (Araliaceae), se encontró en los tres pisos altitudinales con un número más significativo de individuos que pasan los 10cm de DAP. Estos resultados difieren con (9) quien menciona que está especie únicamente se registró a los 3 435msnm. La frecuencia del resto de especies se limita a uno o dos gradientes altitudinales.

Se puede aludir con este inventario que la presencia de especies en un piso altitudinal, pero en otro no, depende de la combinación de varios factores como: suelo, pendiente, altitud, humedad, entre otras. Así lo menciona (10), la distribución de especies está definida principalmente por la altitud a través de cambios en la temperatura, suelo y precipitación.

La observación de *Aegiphila ferruginea* cerca de *Oreopanax ecuadorense* Seem nos señala la afinidad que presentan estas dos especies así lo menciona (11) mismo que utilizó estas dos especies en la implementación de un corredor biológico en un bosque montano alto al norte del Ecuador.

Según (12-9) la diversidad de especies es inversamente proporcional a la altitud, encontrando una disminución de especies a medida que aumenta el piso altitudinal lo cual difiere con nuestros resultados obtenidos, teniendo que para el piso altitudinal C que es el más alto presenta un mayor número de individuos, en tanto que el piso altitudinal B es el que presenta menor número de individuos; esto es un indicativo del aprovechamiento al cual es sometido el bosque por parte de las personas que se encuentran en los alrededores ya que los pisos altitudinales más bajos presentan mayor facilidad de acceso.

5. Conclusiones

En este estudio se obtuvieron un total de 78 individuos, los cuales pertenecen a 8 familias, 11 géneros y 11 especies. Obteniendo un mayor número de especies en el piso altitudinal C con un 62% del total. Mientras que el piso altitudinal que presento menor número de individuos fue el piso altitudinal B con 15% del total.

La especie *G. sp.* fue la que registro mayor dominancia en dos pisos altitudinales (A, C) con 26 individuos y 63,28 de IVI.

Según el Índice de Diversidad de Simpson el piso altitudinal A y C la diversidad florística tienden a ser homogénea presentando valores cercanos a 1, el piso altitudinal B presenta una diversidad florística baja ya que su valor se aleja de la unidad.

El Índice de Diversidad de Shannon – Weaver se observa que el piso altitudinal A y C presentan una diversidad media con valores de 1, 77 y 1,68 respectivamente mientras que el piso altitudinal C presenta una diversidad baja con 0,64.

De acuerdo con el Índice de Similitud de Sorensen al realizar las comparaciones de los tres pisos altitudinales presentan una baja similitud obteniendo que el porcentaje más alto de similitud es del 13% entre el piso altitudinal A y el piso altitudinal B con 2 especies en común.

Las especies en estudio *V. stipularis* y *O. ecuadorensis* presentan gran relación con especies pertenecientes a la familia Asteraceae en los pisos altitudinales A y C.

De acuerdo con el análisis poblacional en el piso altitudinal B, *V. stipularis* y *O. ecuadorensis* presentan la mayor afinidad entre ellas.

La especie *A. ferruginea* se encuentra en peligro de desaparecer en el bosque Leonan de Llucud, encontrando solamente individuos con rebrotes esto se atribuye a la explotación por parte de las personas de los alrededores.

5. Referencias

1. Jørgensen P, Neill, D, León, S. Catálogo de las plantas vasculares de Ecuador. Monographs in systematic botany from the Missouri Botanical Garden; 1999.

2. Arroyo V, Pineda E, Escobar F, Benítez J. Value of small patches in the conservation to plant-species diversity in highly fragmented rainforest. Veracruz, México: Instituto de Ecología; 2009.

3. Ministerio del Ambiente de Ecuador. Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017. Quito, Ecuador: MAE; 2014.

4. Gispert C. El mundo de la ecología. Barcelona, España: Océano; 2001.

5. Sierra R. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Quito, Ecuador: INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia; 1999

6. Cerón C. Distribución de murciélagos (Chiroptera) a través de un gradiente altitudinal en las estribaciones orientales de los Andes ecuatorianos [Internet]. 1° ed. Quito; 2003 [citado el 12 de septiembre de 2018]. Disponible en: www.puce.edu.ec.

7. Schaffner S, Pascal M, Otto R, Delgado J, Arévalo J, Fernández J. Ecología, estructura y dinámica de las poblaciones de la sabina canaria (*Juniperus turbinata* ssp. *canariesis*) en Tenerife y La Gomera. Tenerife, España: Universidad de La Laguna; 2005.


8. Tirira D, Boada C. Diversidad de mamíferos en bosques de Ceja Andina alta del nororiente de la provincia de Carchi. Quito, Ecuador: ESPE; 2009.

9. Cuví M. Estudio de la diversidad florística a diferente gradiente altitudinal en el bosque Montano alto Llucud, cantón Chambo, provincia de Chimborazo (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador; 2010.

10. Zacarias Y. Composición y estructura del bosque templado de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, a lo largo de un gradiente altitudinal (Tesis de grado). Universidad Nacional Autónoma de México. Oaxaca, Mexico; 2009.

11. Suarez D. Formación de un corredor de hábitat de un bosque montano alto en un mosaico de páramo en el norte del Ecuador. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2009.

12. Bhattarai K. Can Rapoport's rule explain tree species richness along the Himalayan elevation gradient, Nepal Diversity and Distributions. [Internet]. 2006 [citado el 17 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.falk.vib.ne/nov/biodiversity>; 2006.



**EVALUACIÓN DE LOS CONVENIOS DEL
PROGRAMA NACIONAL DE
REFORESTACIÓN EN LAS PARROQUIAS
SANTIAGO DE QUITO, PALMIRA, PISTISHI
Y COMPUD, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

EVALUACIÓN DE LOS CONVENIOS DEL PROGRAMA NACIONAL DE REFORESTACIÓN EN LAS PARROQUIAS SANTIAGO DE QUITO, PALMIRA, PISTISHI Y COMPUD, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

(Evaluation of the agreements of the National Reforestation Program in the parishes Santiago de Quito, Palmira, Pistishi and Compud, province of Chimborazo)

A. Huisha*, V. Espinoza, G. Aldaz.

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Carrera de Ingeniería Forestal Riobamba, Ecuador
*Correspondencia. E-mail: misterisaias123@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar los convenios de Restauración Forestal, mediante un muestreo equivalente al 10% de toda la superficie y el 10% del total de los predios, en los que se establecieron puntos de control con la finalidad de estimar la superficie plantada; para la verificación de predios para la reforestación, desde central fue emitido los puntos de control los mismos que fueron ubicados en campo con GPS; seguidamente se realizó la sistematización de los datos recogidos en campo. En la parroquia Palmira se evaluó un área plantada de 39.38 ha (74,94%) en el que se registró indicios de haberse plantado, 12,84 ha (26,06%) no presento indicios de plantación; se evaluaron 57 predios de los cuales 14 (71,93%) presentó plantaciones y 16 predios (28,07%) no se registra indicios de plantación. En ella Parroquia Pistishi se evaluó un área de 36,27 ha (93,81%) en el que se registró indicios de plantación, 2,39 ha (6,19%) no presento indicios de plantación; se evaluaron 29 predios de los cuales 22 (75,86%) presentó evidencias de plantación y 2 (24,14%) no se registra indicios de plantación. Los predios evaluados en las parroquias Santiago de Quito y Compud fueron consideraron para la reforestación.

Palabras claves: Restauración Forestal, Inventario, biodiversidad, reforestación.

ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the Forest Restoration agreements, by means of a sampling equivalent to 10% of the entire surface and 10% of the total land, in which control points were established in order to estimate the planted area; for the verification of land for reforestation, the control points that were located in the field with GPS were issued from the central; then the systematization of the data collected in the field was carried out. In the Palmira parish, a planted area of 39.38 ha (74.94%) was evaluated in which there were indications of having been planted, 12.84 ha (26.06%) did not show signs of planting; 57 farms were evaluated, of which 14 (71.93%) presented plantations and 16 farms (28.07%) no evidence of plantation. In it Pistishi Parish an area of 36.27 ha (93.81%) was evaluated in which there were signs of planting, 2.39 ha (6.19%) did not show signs of planting; 29 farms were evaluated of which 22 (75.86%) presented evidence of planting and 2 (24.14%) no evidence of planting. The properties evaluated in the parishes Santiago de Quito and Compud were considered for reforestation.

Key words: Forest Restoration, Inventory, biodiversity, reforestation.

1. Introducción

Desde años atrás se están realizando esfuerzos para recuperar ecosistemas boscosos tanto en Europa como en América la motivación de recuperar los ecosistemas boscosos se ha ampliado y ahora incluye la recuperación de la biodiversidad asociada a los bosques y los servicios que proveen estos ecosistemas a la humanidad (Vallauri et al. 2002). La restauración forestal requiere integración de aspectos biológicos y ecológicos, pero también sociales, económicos, políticos, administrativos y legales; es decir, es una disciplina que abarca otras disciplinas que, de hecho, mira más allá del ecosistema degradado. En Ecuador la Restauración forestal se define como estrategia de manejo que tiene como objetivo restaurar el bosque a su estado natural tanto en sus funciones como estructura y composición (Acuerdo 128, 2006).

El estado ecuatoriano, para el cumplimiento del Plan Nacional de Reforestación en coordinación con el Ministerio del Ambiente suscribió varios convenios de Restauración Activa con 46 Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) de todo el país, con el propósito de recuperar la cobertura vegetal, a través de un manejo integral del paisaje forestal, lo que permitirá a más de conservar los recursos naturales, mejorar las condiciones de vida de la población (MAE, 2014). Este trabajo de investigación se realizará con el propósito de realizar el monitoreo y seguimiento de los convenios de Restauración Forestal con Fines de Conservación Ambiental y Protección de Cuencas Hídricas suscritos entre el Ministerio del Ambiente y los Gobiernos Autónomos Descentralizados Parroquiales de los cantones Colta, Guamote, Alausí y Chunchi, esto debido a la necesidad de verificar el cumplimiento de las disposiciones legales, reglamentarias y normativas establecidas en los convenios.

2. Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrolló en las áreas del Programa Nacional de Reforestación propuestas por los GADs parroquiales Santiago de Quito convenio Nro. MAE-SPN-RF-GAD-0277, Palmira convenio Nro. MAE-SPN-RF-GAD-0037, Pistishí convenio Nro. MAE-SPN-RF-GAD-0136 y Compud convenio Nro. MAE-SPN-RF-GAD-0101.

2.1. Metodología

2.1.1. Inspección de superficie plantada

El proceso de verificación de las plantaciones se realizó con la metodología emitida desde central, en la que se determinó entre las prácticas de plantación en bloque y plantación en línea, de cada modalidad se seleccionó una muestra aleatoria equivalente al 10 % del total de la superficie y el 10% al total de predios. La variable de medición dentro del muestreo se definió como una variable cualitativa de presencia o ausencia de plantación en cada uno de los predios. Para ubicar los puntos de observación dependió de la práctica aplicada; para fines de verificación cualitativa, las prácticas se clasificaron en dos categorías: plantación en bloque (PB) y plantación en línea (PL).

2.1.2. Medición en Plantación en Bloque (PB).

Se aplicó para aquellas prácticas que coinciden con la plantación en bloque, para cada desde central fue establecido 10 puntos fijos que fueron ubicados en campo con un GPS, en este tipo de verificación cualitativa se registró si hubo o no evidencia de plantación.

2.1.3. Mediciones en Plantación en Línea (PL).

se aplicó para las prácticas que coinciden con la plantación de árboles en líneas, este recorrido fue segmentado en diez (10) puntos fijos los cuales fueron ubicados en campo con GPS. Desde cada uno de los puntos se realizó una observación en dirección de la plantación con un radio de visión aproximado de 20 m para verificar de forma cualitativa la plantación.

2.1.4. Verificación de las áreas para la restauración.

Para la verificación de los predios para la restauración, los puntos fueron emitidos desde Central los cuales fueron ubicados en campo con GPS; en cada uno de los puntos de observación se tomó fotografías como evidencias. La inspección de campo consistió en la valoración de cada uno de los predios, en base a recorridos realizados se consideró si las áreas verificadas son o no aptas para el proceso de restauración.

Para las inspecciones en campo se estableció brigadas conformadas por técnicos del Programa

Nacional de Restauración asignado a la provincia de Chimborazo, un representante del GAD parroquial y un estudiante de la Carrera de Ingeniería Forestal de la ESPOCH, para el registro de la información se utilizó como herramienta de trabajo las fichas de campo generadas con la metodología y protocolos de evaluación; durante los recorridos, con un GPS de navegación se creó un Track. En cada predio inspeccionado se tomó fotografías una por cada dirección de los puntos cardinales (Norte, Sur, Este y Oeste) con la finalidad de tener una visión amplia que permita identificar el estado actual de las áreas verificadas; la codificación de cada fotografía se la realizó en base al Manual para la verificación cualitativa emergente del establecimiento del Programa Nacional de Reforestación.

3. Resultados y Discusión

3.1. Parroquial Palmira.

Las brigadas formadas recorrieron 51,23 ha de un total de 499,79 ha, comprometidas en el convenio MAE-SPN-RF-GAD-0037 (Fig. 1). La superficie muestreada fue distribuida en 57 predios de un total de 721 entre las modalidades de plantación en bloque y plantación en línea (Tabla 1).

3.1.1. Superficie plantada.

3.1.1.1. Medición en Plantación en Bloque (PB).

En esta modalidad se evaluó una total de 7,91 ha, toda esta superficie presenta actividades de plantado; con respecto al número de predios muestreados en bloque son 3, de la misma forma todos los predios presentan acciones de plantado (Tabla 2).

3.1.1.2. Mediciones en Plantación en Línea (PL).

Con respecto superficie plantada en línea se ubicaron 43,32 ha de las cuales 30,48 ha se observó indicios de haberse realizado la plantación (Tabla 3), lo que corresponde al 59,50%; mientras tanto la superficie no plantada fue 122,84 ha lo que equivale al 25,06%.

3.1.2. Resultados generales.

De la muestra seleccionada, 38,39 ha (74,94%) se evidenció actividades de plantación y 12,84

ha (26,06%) no se observó plantación alguna. Se registro un total de 57 predios, de las cuales 41 presentó acciones de plantado, esto representa el 71,93% de la muestra. En 16 predios no se identificó indicios actividades de plantación lo cual representa el 28,07% de la muestra total (Tabla 4).

No todos los predios evaluados registraron el 100% de su superficie plantada. De los 10 puntos de control establecidos en cada predio, 16 predios se encuentran plantado en su totalidad, 16 predios no poseen indicios de plantación en ninguno de los puntos de control. La mayor superficie plantada corresponde al predio No. 000JBR con área de 7,50 ha; seguido del predio No. 000I68 con un área de 1,94 ha (Fig. 2).

3.2. Parroquia Pistishi.

En la verificación de las plantaciones se recorrió 38,66 ha de un total de 200,49 ha (Fig. 3), la superficie muestreada fue distribuida en 29 predios de un total de 314 entre las modalidades de plantación en bloque y plantación en línea (Tabla 5).

3.2.1. Superficie plantada.

3.2.1.1. Medición en Plantación en Bloque (PB).

En la tabla 6 se observa que la superficie total en bloque es de 27,94 ha, toda esta superficie presenta actividades de plantación. Con respecto al número de predios muestreados en bloque es 1, el cual presenta indicios de plantación (Tabla 6).

3.2.1.2. Mediciones en Plantación en Línea (PL).

Con respecto superficie plantada en línea se ubicaron 10,72 ha de las cuales 8,33 ha se encontraron plantadas (Tabla 7), lo que corresponde al 21,54%, mientras que la superficie no plantada fue 2,39 ha lo que equivale al 6,19%.

3.2.2. Evaluación general.

De la muestra seleccionada, 36,27 ha (93,81%) se evidenció actividades de plantación y 2,39 ha (6,19%) no se observó plantación alguna. Se registro un total de 29, de las cuales 22 presentó acciones de plantado, esto representa el 75,86% de la muestra.








En 7 predios no se identificó indicios de plantado, lo cual representa el 24,14% de la muestra total (Tabla 8).

No todos los predios identificados registraron el 100% de su superficie plantada. De los 10 puntos de control establecidos en cada predio, 6 predios se evidenciaron plantado en su totalidad, 16 predios no se encontraron plantado en todos sus puntos y 7 predios no presentaron indicios de plantación. La mayor superficie plantada corresponde al predio No. 000MOF con área de 0,60 ha; y predio No. 000MOG con un área de 0,43 ha (Fig. 4).

3.3. Parroquia Santiago de Quito.

3.3.1. Superficie evaluada.

Se verificó 67 predios que abarca un área de 67,78 has. Las áreas evaluadas se las considero aptas para la reforestación, esto debido a que los suelos se encuentran en proceso de degradación; durante el recorrido, también se observó en los predios presencia de labores agrícolas, predios en centros poblados y con presencia de vegetación arbustiva y Arborea. En la siguiente tabla se observa resultados del recorrido por varios predios propuesto por el GAD Santiago de Quito (Fig.5).


No	Sector	No. Predios	Coordenadas UTM	Área	Observaciones	Fotografía
1	COLTA SAN JOSE	6	750634,339 9809278,37	0,92	Predio en proceso de degradación, presencia de vegetación de páramo.	
2	SANTO DOMINGO DE UGSHAPAMBA	1	751258,361 9809025,28	1,22	Predio en proceso de degradación, presencia de pajonal.	
3	SANTO DOMINGO DE UGSHAPAMBA	4	750828,175 9809474,78	0,07	Predio en proceso de degradación, no se observa labores agrícolas ni tampoco presencia de vegetación.	
4	SANTO DOMINGO DE UGSHAPAMBA	5	750834,317 9809407,91	0,18	Predio en proceso de degradación, no se observa labores agrícolas ni tampoco presencia de vegetación.	
5	COLTA SAN JOSE	2	750981,281 9809025,05	9,71	Este predio de mayor extensión existía partes con labores agrícola, presencia de pajonal y en la parte de la pendiente con suelo erosionado	
6	COLTA SAN JOSE	3	750738,544 9809158,22	5,05	Suelos erosionados, buena parte suelo rocoso y pocos arbustos a su alrededor.	
7	PARDO TROJE	37	750930,263 9809447,56	1,74	Predio en proceso de degradación, no se observa labores agrícolas ni tampoco vegetación.	

3.4. Parroquia Compud.

3.4.1. Superficie evaluada.

Se evaluó 13 predios que abarca un área de 7,27 has; los predios evaluados fueron considerado aptos para la reforestación, el objetivo del GAD fue reforestar para uso de sombra para ganado. En la siguiente tabla se observa los resultados de la evaluación de los predios en el GAD Compud (Fig. 6).

No	Sector	Coordenadas UTM	Área	Predio	Observaciones	Fotografías
1	SAGUIN	732172 9739559	0,14	000M7X	Presencia de vegetación arbustiva.	
2	SAGUIN	732275 9739515	0,37	000M86	Presencia de cultivo de pasto para ganado	
3	CULLUN	731144 9737652	0,27	000M8A	Predio de difícil acceso	
4	SAGUIN	732450 9739768	1,13	000M8J	Presencia de cultivo de pasto en predio inspeccionado.	
5	SAGUIN	732123 9739876	0,16	000M8M	Predio con presencia de árboles plantados y presencia de cultivo de pasto para ganado.	
6	SAGUIN	732123 9739876	0,15	000M8N	Predio con presencia de cultivo de pasto para ganado.	
7	SAGUIN	731857 9739825	1,54	000M8O	Predio con presencia de árboles plantados en línea.	
8	CULLUN	730650 9738334	0,54	000M9U	Presencia de vegetación arbustiva pasto para ganado en el predio verificado.	

9	SAGUIN	731171 9739021	0,58	000MBJ	Presencia de pasto para ganado junto a bosque secundario.	
10	SAGUIN	732123 9739876	0,48	000MBT	Presencia de pasto para ganado en predio inspeccionado.	
11	TAURI	731541 9740984	0,53	000MCF	Presencia de vegetación arbustiva en el predio verificado.	
12	COMPUD VIEJO	729239 9739826	1,35	00MCQ	Predio con presencia de árboles y arbustos formado un bosque secundario.	
13	SAGUIN	731857 9739825	0,03	000M8O	Presencia de cultivo de pasto para ganado en predio inspeccionado	

4. Conclusiones

La deforestación en el Ecuador es una problemática que demanda acciones concretas y sostenibles por parte de las autoridades competentes al revisar datos históricos se encuentran que en el periodo 1990 – 2000 la deforestación promedio fue de 89.944 ha/año para una tasa de deforestación de -0.71 %, mientras que para el período 2000 - 2008 la deforestación promedio fue de 77.647 ha/año para una tasa de -0.66%. Por otro lado, durante el período 2008-2012 la deforestación fue de 65.880 ha/año para una tasa de -0,54%, datos tomados del Proyecto mapa histórico de deforestación MAE 2012, siendo esta investigación el inicio para el programa de restauración forestal con el fin recuperar la cobertura vegetal, a través de un manejo integral del paisaje forestal, para la los recursos naturales y mejorar las condiciones de vida de la población, con estos antecedentes podemos concluir que en el GAD parroquial Palmira se estimó al área plantada de 74,94% equivalente a 39.38 ha en el que se registró indicios de plantado y el 26,06% equivalente a 12,84

ha no presento indicios de plantado; con relación al número de predios verificados se observó que de 57 predios 14 equivalente a 71,93% presentó acciones de plantado mientras que 16 predios equivalentes a 28,07% no se registra indicios de plantado. En el GADPR Pistishi se estima que la superficie plantada es del 93,81% equivalente al 36,27 ha se registró indicios de plantado y el 6,19% equivalente a 2,39 ha no presento indicios de plantado de la muestra verificada; con relación al número de predios verificados se observó que de 29 predios 22 equivalente a 75,86% presentó acciones de plantado mientras que 2 predios equivalentes a 24,14% no se registra indicios de plantado. En el GAD parroquial Compud los predios evaluados se consideraron aptos para la reforestación, esto debido a que el objetivo del GAD es realizar plantaciones para otorgar sombra para el ganado.

El objetivo del Ministerio del Ambiente (MAE) es que la tasa de deforestación sea cero, esto quiere decir que la deforestación sea equivalente a la Restauración Forestal, el MAE entre uno de sus objetivos era

reforestar al 2017 al menos 220,000 ha para el período 2014-2017 de acuerdo con las estimaciones de la deforestación acumulada esperada en aquel entonces. En la realidad y como se puede apreciar en la investigación realizada los Gobiernos Autónomos que firmaron los convenios no lo pudieron cumplir con el 100% de la restauración forestal, por la no entrega de presupuesto por parte del MAE hacia los GADS, estos desembolsos se realizaron por etapa cumplida, es así que para el manejo de las plantaciones no existió presupuesto, es por eso que el resultado no es de un 100% , sabiendo que los GADS parroquiales al disponer de pocos recursos no pudieron sostener este proyecto. Pero hay que considerar que las actividades realizadas son un aporte a la recuperación de cobertura forestal que ha sido deforestada históricamente, este es un buen escenario para continuar con el proceso, establecer nuevas alianzas estratégicas a nivel de gobierno y ONG's que permitan continuar en los métodos de conservación que gestiona el MAE, los Gobiernos Provinciales y Parroquiales para la biodiversidad, la protección de agua y suelos, disminución de riesgos por deslizamientos e inundaciones al tener mejor cobertura boscosa.

5.- Referencias

1. Acuerdo Ministerial No. 128. 2006. Normas para el manejo sustentable de los bosques andinos. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/05/NORMAS-PARA-ELMANEJO-SUSTENTABLE-DE-LOS-BOSQUES-ANDINOS.pdf>
2. Acuerdo Ministerial No. 041. 2014. Plan Nacional de Restauración Forestal 2014-2017. Disponible en: <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/images/articulos/archivos/amr041.pdf>
3. Acuerdo Ministerial No. 211. 2014. Manual Operativo para la implementación del incentivo económico para la Restauración Forestal. Disponible en : <https://www.derechoecuador.com/registro-oficial/2014/08/registro-oficial-no-317---viernes-22-de-agosto-de-2014-segundosuplemento>
4. Acuerdo Ministerial No. 315. 2014. Expídanse las reformas al Acuerdo Ministerial Nro. 211 de fecha 21 de julio de 2014. Obtenido de: <https://vlex.ec/vid/expidense-reformas-acuerdo-ministerial-551529474>
5. Acuerdo Ministerial No. 065. 2015. Sustituir el Manual Operativo para la implementación del incentivo económico para la Restauración Forestal. Obtenido de: <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/images/articulos/archivos/AM065R.pdf>
6. FAO. 2014. Conjunto de Herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS). Disponible en: <https://bit.ly/2gcwUMc>
7. FAO. 2015. Evaluación de los recursos forestales Mundiales 2015. Informe Nacional, Ecuador. Obtenido de: <http://www.fao.org/3/a-az203s.pdf>
8. FAO. 2002. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2000 – Informe Principal. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y1997s/y1997s00.htm>
9. Freitas SR, Neves CL, y Chernicharo P. 2006. Tijuca National Park: two pioneering restorationist initiatives in Atlantic forest in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 66:975-982. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/bjb/v66n4/03.pdf>
10. Kimmins, J.P. 2003. Ecosystem management and landscape ecology: The ultimate focus in forest ecology. In *Forest ecology. A foundation for sustainable forest management and environmental ethics in forestry*, Chap. 19. 3rd edit., Upper Saddle River, N.J., Prentice Hall. En prensa.
11. MAE. 2015. Restauración y Conservación forestal, una nueva visión de desarrollo. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/restauracion-y-conservacion-forestal-una-nueva-vision-de-desarrollo/>
12. MAE. 2015. Bosques protectores. Sistema nacional de áreas Protegidas del Ecuador. Disponible en: <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/content/bosques-protectores>
13. MAE. 2014. ministra Lorena Tapia suscribió convenios de Restauración Forestal con 46 GAD. Disponible en: <http://www.ambiente.gob.ec/ministra-lorena-tapia-suscribio-convenios-de-restauracion-forestal-con-46-gads/>
14. Vallauri D, Aronson J y Barbéro M. 2002. An análisis of forest restoration 120 years after

reforestation of badlands in teh South-western Alps.
 Restoration Ecology 10:16-26. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1526-100X.2002.10102.x>

Tabla 1. Superficie y número de predios verificados en la parroquia Palmira.

Modalidad	Superficie Total	Área muestreada	% Muestra	Predios totales	Predios Muestra	% Muestra
PB	7,91	7,91	15,44	3	3	5,26
PL	491,88	43,32	84,56	718	54	94,74
Total	499,79	51,23	100	721	57	100

Tabla 2. Superficie plantada y no plantada mediante la modalidad en bloque, parroquia Palmira.

Tipo de plantación	Superficie (Ha)	Superficie (%)	Número de predios	Predios (%)
Plantado	7,91	15,44	3	5,26
No Plantado	0	0	0	0
Total	7,91	15,44	3	5,26

Tabla 3. Superficie plantada y no plantada mediante la modalidad en Línea, parroquia Palmira.

Tipo de plantación	Superficie (Ha)	Superficie (%)	Número de predios	Predios (%)
Plantado	30,48	59,50	38	66,67
No Plantado	12,84	25,06	16	28,07
Total	43,32	84,56	54	94,74

Tabla 4. Numero de Predios plantados y no plantados parroquia Palmira.

Tipo de plantación	Superficie (Ha)	Superficie (%)	Numero de predios	Predios (%)
Plantado	38,39	74,94	41	71,93
No Plantado	12,84	25,06	16	28,07
Total	51,23	100,00	57	100,00

Tabla 5. Superficie y numero de predios verificados en la parroquia Pistishi.

Modalidad	Superficie Total	Área muestreada	% Muestra	Predios totales	Predios Muestra	% Muestra
PB	99,78	27,94	72,27	5	1	3,45
PL	100,7	10,72	27,73	309	28	96,55
Total	200,49	38,66	100	314	29	100

Tabla 6. Superficie plantada y no plantada mediante la modalidad en Bloque, parroquia Pistishi.

Tipo de plantación	Superficie (Ha)	Superficie (%)	Número de predios	Predios (%)
Plantado	27,94	72,27	1	3,45
No Plantado	0	0	0	0
Total	27,94	72,27	1	3,45

Tabla 7. Superficie plantada y no plantada mediante la modalidad en Línea, parroquia Pistishi.

Tipo de plantación	Superficie (Ha)	Superficie (%)	Número de predios	Predios (%)
Plantado	8,33	21,54	21	72,41
No Plantado	2,39	6,19	7	24,14
Total	10,72	27,73	28	96,55

Tabla 8. Número de predios plantados y no plantados parroquia Pistishi.

Tipo de plantación	Superficie (Ha)	Superficie (%)	Número de predios	Predios (%)
Plantado	36,27	93,81	22	75,86
No Plantado	2,39	6,19	7	24,14
Total	38,66	100,00	29	100,00

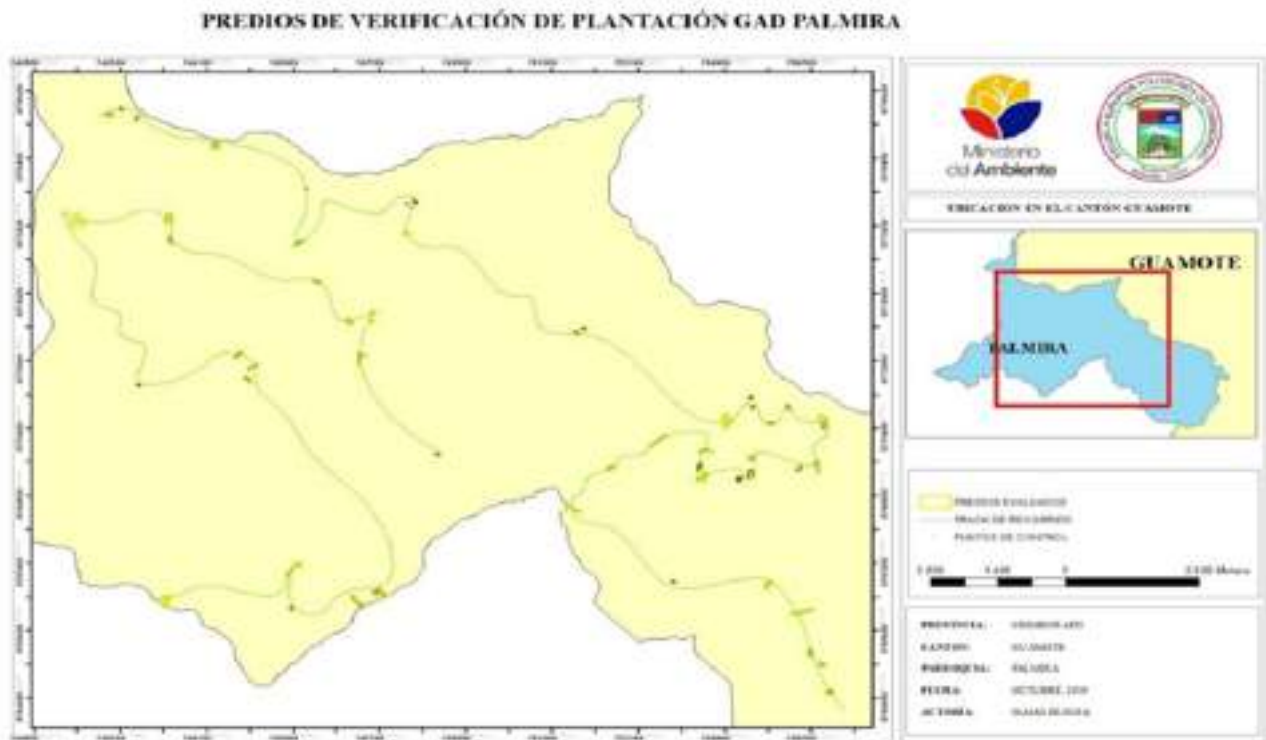


Fig. 1. Ubicación de los predios muestreados en la parroquia Palmira.

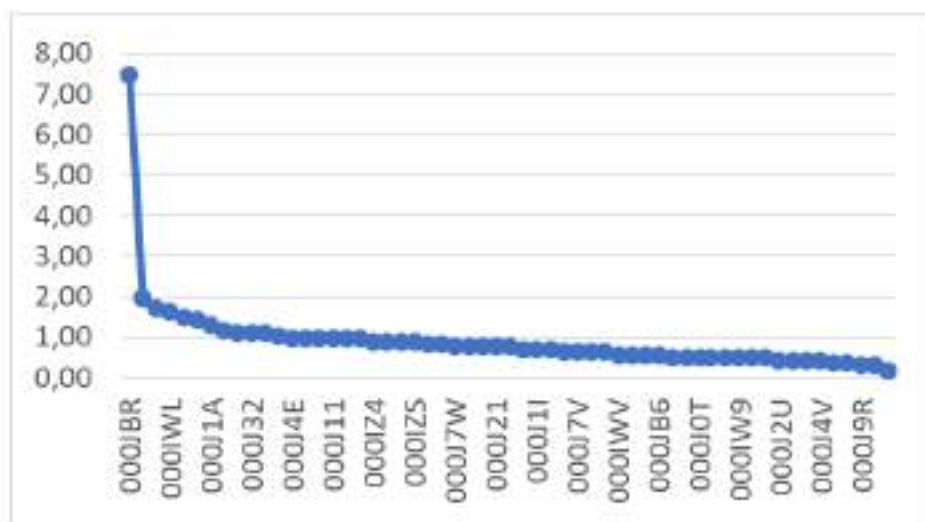


Fig. 2. Porcentaje de superficie verificada por predio.

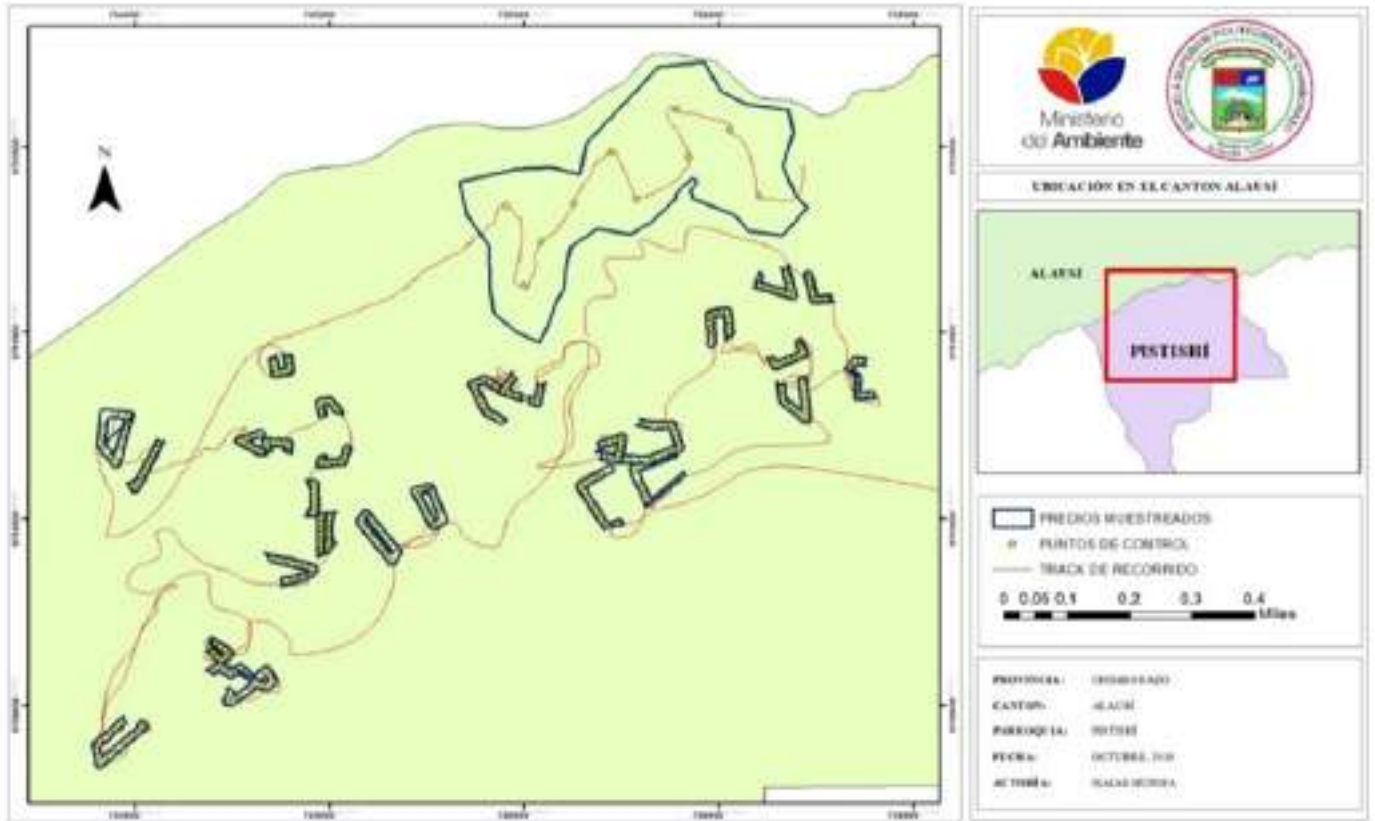


Fig. 3. Ubicación de los predios muestreados en la parroquia Pistishi.

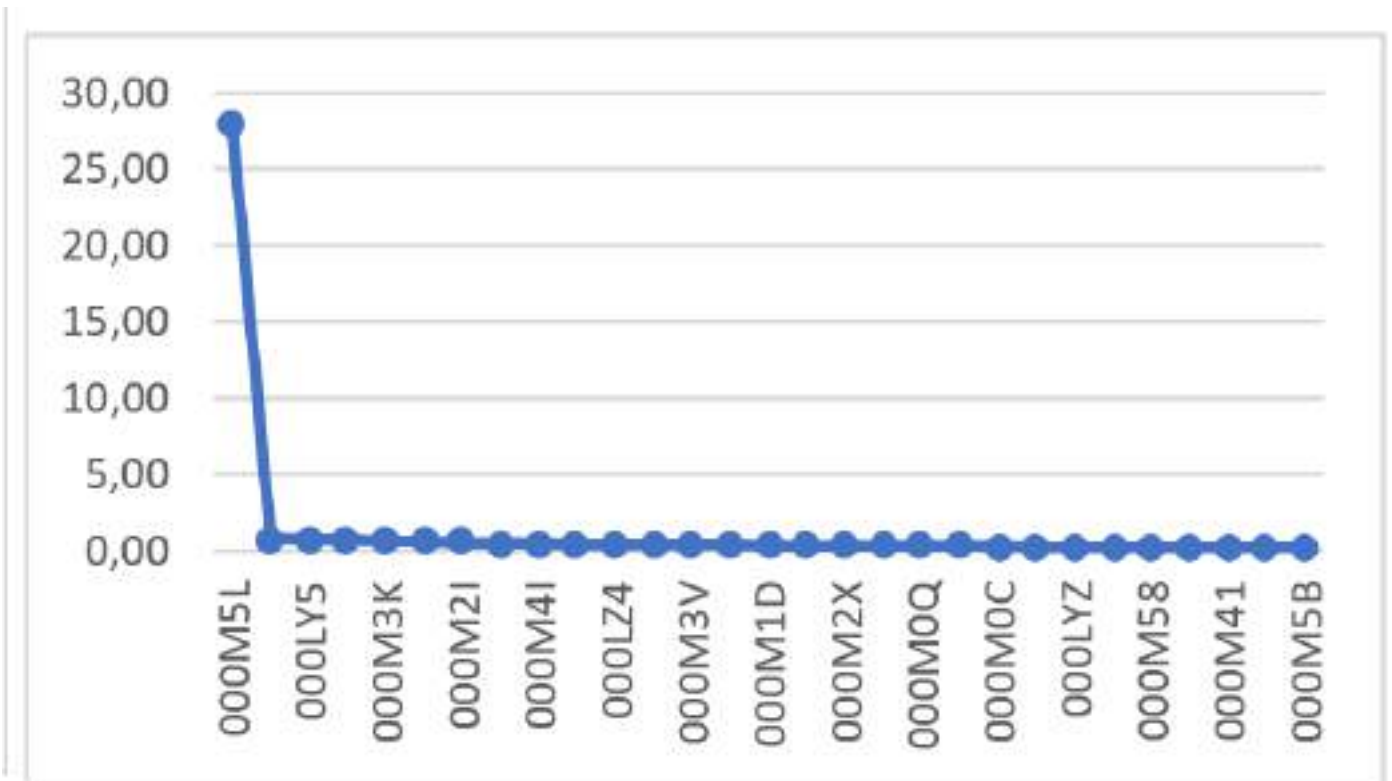


Fig.4. Porcentaje de superficie verificada por predio.

MAPA DE VERIFICACIÓN DE PREDIOS

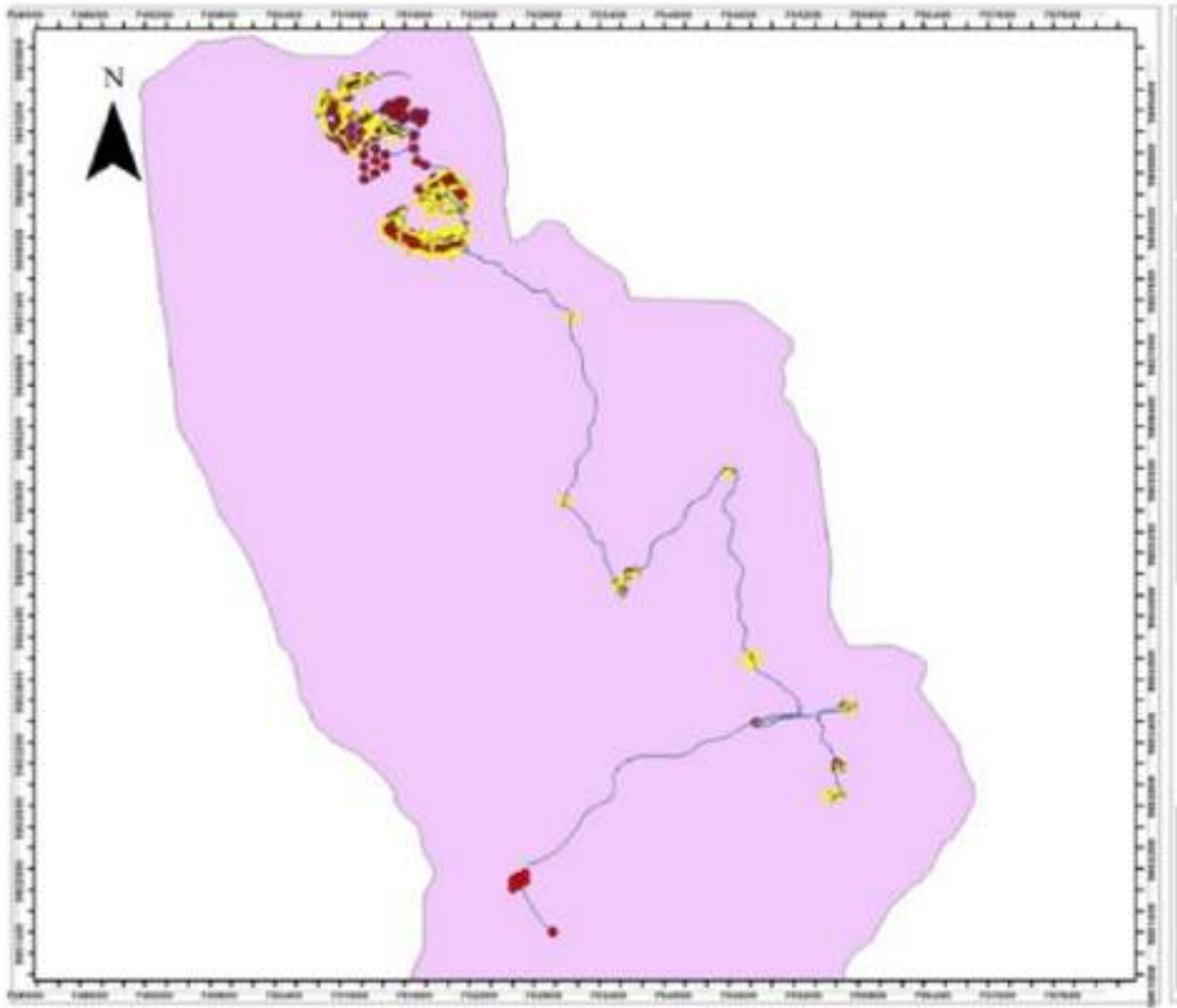


Fig.5. Áreas propuestas por la parroquia Santiago de Quito.

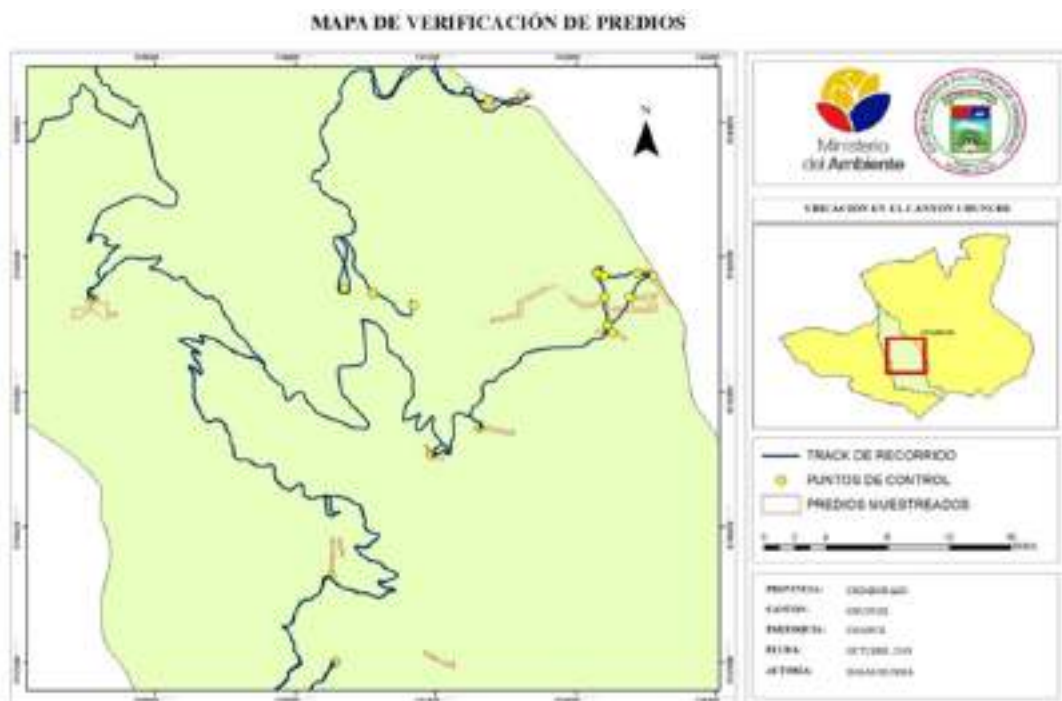


Fig. 6. Áreas propuestas por la parroquia Compu.



**FACTOR DE FORMA DE LA ESPECIE
EUCALYPTUS SALIGNA EN UNA
PLANTACIÓN FORESTAL
COMERCIAL**

FACTOR DE FORMA DE LA ESPECIE EUCALYPTUS SALIGNA EN UNA PLANTACIÓN FORESTAL COMERCIAL

(Form factor of eucalyptus saligna species in a commercial forest plantation.)

N. Lara¹, M. Gualpa^{1*}, F. Acosta¹, Á. Barahona²

(1) Carrera de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

(2) Novopan S.A.

*E-mail: miguel.gualpa@esPOCH.edu.ec

RESUMEN

La presente investigación propone: determinar el factor de forma de la especie *Eucalyptus saligna* en una plantación forestal comercial; para lo cual se toma como muestra 100 individuos con fustes rectos y sin bifurcaciones, a cada individuo se midió la altura comercial y total, diámetro a la altura del pecho y diámetros a lo largo del fuste, para determinar el volumen real de madera utilizando la fórmula de Smalian, Newton, método gráfico y con un factor de forma de 0,70. En base a los datos medidos, se realiza un análisis comparativo del cálculo de volumen real por método empleado, los resultados obtenidos mostraron diferencias significativas entre métodos de cálculo empleados. Además, se seleccionó 5 ecuaciones de volumen potenciales los cuales presentaron mayor coeficiente de determinación ajustado y menor error cuadrático medio. Para la verificación del volumen comercial calculado con los factores de forma estimados frente a las ecuaciones de volumen se vuelve a calcular el volumen comercial a partir de los factores de forma y ecuaciones encontrados, se toma como valor exacto el cálculo de volumen comercial por la fórmula de Smalian y como valor de aproximación los demás métodos.

Palabras claves: Dasometría, Ecuaciones de volumen, Factor de forma, Plantación forestal, Volumen comercial.

ABSTRACT

The present investigation proposes: to determine the form factor of the species *Eucalyptus saligna* in a commercial forest plantation of the sector Tambillo bajo, canton Colta, province of Chimborazo; for which 100 individuals with straight shaft and without bifurcations are taken as sample, to each individual the commercial and total height, diameter at breast height and diameters along the stem were measured, to determine the real volume of the wood using the formula of Smalian Newton, the graphical method and with a form factor of 0,70. Based on the measured data, a comparative analysis of the calculation of real volume is performed by the method used, the results obtained showed significant differences between calculation methods used. In addition, 5 potential volume equations were selected, which a higher coefficient of completion had adjusted to a lower mean square error. For the verification of the commercial volume calculated with the estimated form factors against the volume equations, the commercial volume is recalculated based on the form factors and equations found. The calculation of commercial volume is taken as the exact value by the formula of Smalian and as approximation value the other methods.

Key words: Dasometry, Form factor, Forest plantation, Volumen equations, Commercial volumen.

1. Introducción

El factor de forma es una característica propia para cada especie en el cálculo del volumen comercial, debido a la disminución del diámetro, desde la base del árbol conforme aumenta la altura, lo que confirma que es importante en el proceso de datos usar factores de forma propios para cada familia y si fuera posible llegar a factores para cada especie. Por tal razón la Dirección de Producción Forestal establece la metodología para la determinación de factores de forma para especies forestales, el objetivo es establecer normas técnicas mediante las cuales se regulen la elaboración, aprobación, ejecución de los programas de corta y las licencias de aprovechamiento forestal [1, 4, 20].

Para el cálculo del volumen comercial, ha sido necesario el uso de modelos matemáticos cuya importancia radica en la optimización de los recursos económicos y tiempo. Mediante esta estimación se relaciona la variable dependiente (volumen comercial) con una o varias variables independientes de fácil medición como por ejemplo diámetro a la altura del pecho, altura total, altura comercial, área basal, siendo esta la manera que se puede materializar de modo más eficiente y sirva de insumo para la valoración más adecuada del volumen de madera en pie permitiendo la organización de su producción a nivel de fábricas [8].

Por lo tanto, el uso de modelos matemáticos juega un rol importante al momento verificar el volumen calculado con los factores de forma estimados, ya que genera información cuantitativa sobre la disponibilidad, ordenación con fines de comercialización y aprovechamiento de la especie en estudio [14]. Con el propósito de cumplir con los fines indicados, se planteó determinar el factor de forma de la especie *Eucalyptus saligna* en una plantación forestal comercial con la finalidad de precisar la cuantificación del volumen comercial.

2. Materiales y Métodos

La presente investigación se desarrolló en una plantación forestal de 17.6 hectáreas ubicadas en el sector Tambillo Bajo, ubicada a 22 Km del cantón Colta, Provincia de Chimborazo (Tabla 1). La temperatura media anual es de 13,5 grados Celsius, con una precipitación media anual de 1186,42 mm, la humedad relativa anual máxima de 61,26% y

mínima 51,29% [9]. Se encuentra en una formación vegetal bosque siempre verde montano del Norte de la cordillera oriental de los Andes [12].

Tabla 1. Ubicación Geográfica del área de estudio

DATUM	Latitud	Longitud	Altitud
Coordenadas Proyectadas UTM Zona 17S, DATUM WGS 84	721653	9792934	2076 msnm.

En la investigación se aplicaron los métodos: documental, exploratoria, descriptiva y de campo [3]. El muestreo de las variables cuantitativas tuvo lugar el segundo semestre del año 2018.

2.1 Procedimiento para el análisis comparativo del cálculo de volumen real por secciones para la estimación del factor de forma de la especie *Eucalyptus saligna*

Delimitación del área de estudio. - Mediante la visita y reconocimiento de la plantación comercial forestal ubicada en el sector Tambillo Bajo, cantón Colta, provincia de Chimborazo, se identificó sus límites, marco de plantación, edad de la plantación a fin de levantar su mapa y determinar la superficie total a ser aprovechada.

Selección de árboles. -Se seleccionó 100 árboles representativos para el muestreo, los árboles sin deformaciones, fuste recto y que no presenten bifurcaciones fueron objeto del presente estudio.

Medición del DAP. -Se tomó el diámetro a 130 cm del suelo (DAP) y se marcó con pintura de color rojo en donde se realizó la medición utilizando una forcípula.

Tumba de árboles seleccionados. -La tumba de los árboles seleccionados se realizó basado en los lineamientos definidos por la empresa NOVOPAN S.A. En el proceso de tumba se utilizó dos motosierras que apeaban y cuadraban la base de los árboles.

Medición de los diámetros en cada sección.-Se realizó la medición de las secciones del árbol apeado, primero se midió el tocón desde la altura del suelo hasta el corte la primera troza a la cuál denominamos A1., la segunda medición se realizó desde el corte hasta la sección que corresponde al corte corrección en la primera troza a la cual denominamos A2., desde A2., se realizaron las mediciones de seccionamiento a cada 1 metro iniciando a partir de la primera marca (D1) hasta llegar al diámetro mínimo comercial de 5 cm (Dc), en cada punto de seccionamiento

se efectuó marcas de pintura. Luego se realizó el seccionamiento con marcas de pintura y se procedió a medir con forcípula los diámetros de cada sección.

Medición de la altura total. - Una vez cortado y realizado las marcas respectivas al árbol, se procedió a medir la longitud desde el D1 hasta llegar al diámetro mínimo de corta de 5cm, su altura total corresponde a la sumatoria de la longitud de todas las secciones más la punta del mismo.

Formulario de campo y elaboración de una base de datos en Excel. - Las mediciones efectuadas sobre los árboles apeados en campo se llenaron en el formulario de campo y se crea una base de datos en Excel que incluye el cálculo del volumen real de cada unidad experimental en estudio ^[6, 16].

Los datos que se obtienen provienen de operaciones matemáticas con las variables que se encuentran en la hoja de ingreso de datos. La altura comercial de cada individuo resulta de la sumatoria de la longitud de todas las secciones hasta la sección que tiene 5 cm de diámetro.

La fórmula para el sólido de referencia para cada árbol es la siguiente:

$$Vol. cilindro = \left(\frac{DAP}{2}\right)^2 * \pi * hc$$

Donde:

- Vol. cilindro: Volumen del solido de referencia (cilindro).
- DAP: Diámetro a la altura del pecho.
- π : 3,1416.
- hc : Altura comercial de cada individuo.

Para el cálculo de volumen real para cada sección se utilizó las fórmulas de Smalian y Newton:

Fórmula de Smalian; Aparece en 1806. Se deben evaluar las áreas de las secciones extremas C1 y C2 y su longitud. El volumen real se valora mediante la expresión ^[18]:

$$V_s = \frac{\pi}{4} \left[\frac{C_1^2 + C_2^2}{2} \right] L$$

Donde:

- V_s : es el volumen por el cálculo de Smalian;
- π : es Pi (3,1415..);
- C_1^2 : es el área de sección fustal al inicio de la troza;

- C_2^2 : es el área de sección fustal al final de la troza;
- L : es la longitud del fuste o troza.

Fórmula de Newton; En 1940 se generaliza la fórmula propuesta por Then. Se aplica a un mayor número de cuerpos geométricos. Para la estimación del volumen real se emplea ^[18]:

$$V_s = \frac{\pi}{4} \left[\frac{C_1^2 + 4C_m^2 + C_2^2}{6} \right] L$$

Donde:

- V_s : Es el volumen por el cálculo de Smalian;
- π : Es Pi (3,1415...);
- C_1^2 : Es el área de sección fustal al inicio de la troza;
- C_m^2 : Es el área de sección media fustal de la troza;
- C_2^2 : Es el área de sección fustal al final de la troza;
- L : Es la longitud del fuste o troza.

El volumen real total de cada individuo resulta de la sumatoria del volumen real encontrado en cada sección.

El factor de forma de cada árbol resulta de dividir el volumen real total de ese árbol para el volumen del cilindro del mismo.

Cálculo del volumen real por el método gráfico mediante el programa SolidWorks. - Mediante el software de diseño asistido por computador SolidWorks versión 2017, se modelizó cada fuste para cada árbol individualmente.

Cálculo del volumen del testigo. -Para el cálculo del volumen real del testigo se establece el valor de 0,70 como factor de forma, presente en el artículo 10 del acuerdo ministerial No. 327 emitido por el Ministerio de Agricultura y Ganadería ^[5].

Finalmente, los factores de forma que se presentaron en este estudio resultaron del promedio de los 100 factores de forma encontrados por cada método de cubicación.

Análisis estadísticos y comparaciones. -Los datos del volumen individual fueron transformados a logaritmo natural con el fin de mejorar el desempeño de las medidas de distancia composicional, además se realizaron los siguientes análisis estadístico en el programa SPSS ^[15]. Los cuales fueron:

Pruebas de Normalidad. - Se realizó el gráfico Q-Q plot para evaluar el grado de ajuste del conjunto de datos en estudio a una distribución normal. La prueba de Kolmogorov Smirnov para medir el grado

de concordancia existente entre la distribución de los valores del volumen individual y una distribución normal, es decir si las observaciones podrían razonablemente proceder de la distribución normal. Estadísticos descriptivos. -Se analizaron las medidas resumen para comparar conjuntos de datos cuantitativos y para presentar los resultados del estudio.

ANOVA. -Se efectuó el análisis de varianza al volumen real y a cuatro tipos de ecuaciones para volumen con los coeficientes de correlación lineal de Pearson (R) más altos, para determinar si realmente existe una relación de dependencia entre las variables objeto de estudio. Se complementó con la prueba de Tukey para realizar todas las comparaciones entre las medias del volumen comercial m³ de los distintos métodos de cálculos empleados en este estudio.

Los datos del factor de forma provienen de una estadística no paramétrica, se rigen a los siguientes análisis estadísticos en el programa SPSS:

Pruebas no paramétricas. - Se efectuó la prueba de Kruskal-Wallis a los factores de forma encontrados por las fórmulas de Smalian, Newton, el método gráfico y testigo, debido a que el conjunto de datos no presenta una distribución normal.

Gráfico de medianas. - Se realizó un gráfico de cajas para representar el valor de las medianas de los factores de forma encontrados dentro de este estudio.

2.2 Procedimiento para verificar el volumen calculado con los factores de forma estimados mediante ecuaciones de volumen de una y doble entrada para la especie en estudio

Obtención de los modelos a utilizar en los ajustes. - Se realizó una tabla de correlaciones posibles en el programa estadístico Excel combinando las variables medidas, con el fin de encontrar las ecuaciones de volumen potenciales y eliminar aquellas que por baja correlación no justificaban su inserción^[13].

Selección del modelo. - Se eligió cinco ecuaciones de volumen potenciales y para ello se utilizó el ajuste de correlación (R) entre la variable dependiente-independiente. Seleccionando aquel modelo que presentó mayor ajuste de correlación (R) entre todos los modelos^[13].

Regresiones. - Se ejecutó una regresión lineal en el programa estadístico SPSS a cada ecuación de volumen potencial ajustando a la relación matemática entre el volumen real encontrado con la fórmula de Smalian (variable dependiente) y las variables en estudio (DAP, altura) para determinar una confiabilidad aceptable cumpliendo con los supuestos de linealidad, normalidad y auto correlación.

Presentación de modelos matemáticos potenciales. - Se presentan los modelos matemáticos con los valores del coeficiente de determinación y el valor F crítico encontrados en cada una de ellas^[10,19].

Análisis comparativo estadístico. - Una vez encontrada las cinco ecuaciones de volumen potenciales y los factores de forma por los diferentes métodos de cubicación Smalian, Newton, método gráfico y testigo, se procedió a encontrar el volumen comercial a partir del diámetro a la altura del pecho y la altura comercial de los 100 árboles en estudio para encontrar su media y error relativo.

3. Resultados y Discusión

3.1. Análisis comparativo del cálculo de volumen por secciones para la estimación del factor de forma de la especie *Eucalyptus saligna*.

En el Análisis de la Varianza (ANOVA) de la muestra del volumen real en m³ (Tabla 2), dado que el p-valor es menor que 0,05, se acepta la hipótesis que una o varias medias del método de cálculo para el volumen individual empleado en este estudio poseen diferencias entre sus medias.

Tabla 2. Análisis de la Varianza (ANOVA) de la variable volumen real.

F.V	S.C	G.L	C.M	F	Sig.
Inter-grupos	6,823	3	2,274	7,483	0,000***
Intra-grupos	120,353	396	0,304		
Total	127,176	399			

F.V.: fuente de variación, S.C.: Suma de Cuadrados G.L.: Grados de libertad, C.M. Cuadrado Medio, F: Fisher, Sig: Significancia

En el análisis comparativo entre método de cálculo Smalian, Newton, método gráfico y testigo para el cálculo del volumen real por el test de Tukey con un intervalo de confianza al 95%, se ubicó en el subconjunto "1" al cálculo por F. Smalian, Newton

y método gráfico con medias de 0,631; 0,633; 0,720 m³ respectivamente, los cuales no tienen diferencias significativas y corrobora con el estudio en el cual toma los datos dasométricos de árboles apeados medidos los diámetros con intervalos de un metro, empezando en el tocón (a 20 cm del suelo) y el diámetro a la altura del pecho (DAP) con cinco métodos diferentes de cálculo entre ellos Smalian y Newton, en donde describe que si el fuste tiene la forma paraboloides con tendencia a cónica el cálculo

por la fórmula de Smalian y Newton son similares^[17]. Por su parte, la exactitud en la estimación del volumen real depende más a la cantidad y a la precisión de las mediciones de los diámetros en cada sección que del cálculo empleado en sí ^[7]. En el subconjunto “2” se ubicó el cálculo del volumen por el testigo el cual emplea el factor de forma de 0,70 establecido por el MAG, con una media de 0,95 m³ como lo muestra la Tabla 3.

Tabla 3. Subconjuntos homogéneos para el volumen real estimado por cada método en estudio.

Método de cálculo	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
Cálculo por F. Smalian	100	0,6311	
Cálculo por F. Newton	100	0,6336	
Cálculo por M. gráfico	100	0,7210	
Testigo	100		0,9517
Sig.		0,657	1,000

Dado que en la prueba de Kruskal-Wallis para el factor de forma Tabla 4, el p-valor es menor que 0,05 se acepta la hipótesis que una o varios factores

de forma encontrados en este estudio poseen diferencias entre sus medianas.

Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis para los factores de forma encontrados.

		Factor de Forma	
Chi-cuadrado		244,472	
G.L.		3	
Sig.		,000***	
Rangos			
Factor de Forma	Método de cálculo	N	Medianas
	F. Smalian	100	0,46
	F. Newton	100	0,47
	M. gráfico	100	0,54
	Testigo	100	0,70
	Total	400	

El análisis comparativo del factor de forma encontrado por el test de Kruskal Wallis, siendo similares el factor de forma encontrado por las fórmulas de Smalian y Newton con una mediana de 0,46 y 0,47 respectivamente estos valores concuerdan con el estudio donde determina un factor de forma de 0,38 para la especie *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, con una muestra de 166 árboles provenientes de una plantación pura a una altitud de 10 a 250 msnm, los valores de los métodos Smalian y Newton están dentro de un rango aceptable de 0,36 a 0,52.

Mientras que el factor de forma encontrado por el método gráfico con una mediana de 0,54 se encuentra fuera del rango permitido, el testigo difiere de las tres medianas mencionadas y fuera del rango permitido con una mediana de 0,70 como se muestra en el Gráfico 1 ^[11, 2].

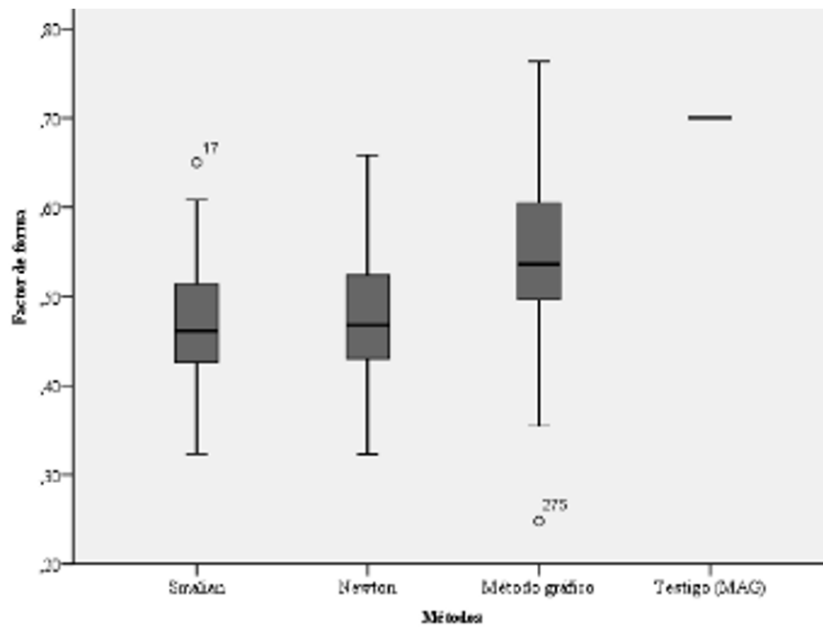


Gráfico 1. Medianas de los factores de forma encontrados.

3.2 Validación del volumen calculado con los factores de forma estimados mediante ecuaciones de volumen de una y doble entrada para la especie en estudio.

investigación fueron diámetro a la altura del pecho, área basal, altura y volumen comercial calculado por la fórmula de cubicación Smalian de los árboles en estudio (Tabla 5).

Se estudian cinco tipos de ecuaciones para volumen con los coeficientes de correlación lineal de Pearson (R) más altos, las variables aplicadas en esta

Tabla 5. Coeficientes de correlación de las variables en estudio.

	<i>VOL_{IT}</i>	<i>DAP</i>	<i>H total</i>	<i>AB</i>	<i>DAP²</i>	<i>DAP³</i>	<i>1/DAP</i>	<i>H²</i>	<i>H³DAP</i>	<i>H³DAP²</i>	<i>LN_{VOL.IT}</i>	<i>LN_{H³DAP²}</i>
<i>VOL_{IT}</i>	1,00											
<i>DAP</i>	0,95	1,00										
<i>H total</i>	0,85	0,85	1,00									
<i>AB</i>	0,97	0,99	0,81	1,00								
<i>DAP²</i>	0,97	0,99	0,81	1,00	1,00							
<i>DAP³</i>	0,96	0,95	0,75	0,99	0,99	1,00						
<i>1/DAP</i>	-0,82	-0,94	-0,85	-0,87	-0,87	-0,80	1,00					
<i>H²</i>	0,89	0,85	0,99	0,83	0,83	0,79	-0,82	1,00				
<i>H³DAP</i>	0,97	0,97	0,93	0,96	0,96	0,93	-0,88	0,95	1,00			
<i>H³DAP²</i>	0,99	0,96	0,85	0,98	0,98	0,98	-0,83	0,89	0,98	1,00		
<i>LN_{VOL.IT}</i>	0,91	0,95	0,93	0,91	0,91	0,85	-0,96	0,92	0,95	0,90	1,00	
<i>LN_{H³DAP²}</i>	0,89	0,96	0,94	0,91	0,91	0,85	-0,98	0,92	0,96	0,90	0,99	1,00

Los coeficientes de correlación (R) más altos se dan en las 5 ecuaciones mostradas en la Tabla 6

Tabla 6. Ecuaciones propuestas para el cálculo de volumen.

Número de ecuación	Ecuaciones propuestas	Coefficiente de correlación R
1	$VOL_IT=a+ b(DAP^2)+ E$	0,97
2	$VOL_IT=a+ b(H*DAP)+ E$	0,97
3	$VOL_IT=a+ b(H*DAP^2)+ E$	0,99
4	$LNVOL_IT=a+ b(1/DAP)+ E$	0,96
5	$LNVOL_IT=a+ b1(LN_H*DAP^2)+ E$	0,99

Se elaboró la regresión lineal por mínimos cuadrados a las cinco ecuaciones propuestas para obtener los valores del coeficiente de determinación. Además, se incluye el análisis de la varianza para determinar la variación de las ecuaciones propuestas como modelos efectivos para fines predictivos; las ecuaciones que no cumplen con los supuestos del modelo de regresión lineal no fueron objeto de estudio.

A partir de los coeficientes encontrados se construyen las ecuaciones de predicción que permite conocer el valor predicho de volumen individual, para cualquier valor de las variables predictores dentro del dominio de los valores experimentados, los modelos matemáticos potenciales se presentan en la Tabla 7.

Tabla 7. Modelos matemáticos de predicción establecidos.

Número de Ecuación	Ecuaciones Propuestas	R ² coeficiente de determinación	Valor crítico de F
1	Volumen. Ind= 12,143(DAP) - 0,1626	0,936	2,04109E-60
2	Volumen. Ind = 0,1399(H*DAP) - 0,2566	0,942	2,31374E-62
4	Logaritmo natural (Volumen. Ind) = -0,5613(1/DAP) + 1,7463	0,919	2,47629E-55
5	Logaritmo natural (Volumen. Ind) = 0,9061(logaritmo natural (H*DAP ²)) - 0,9647	0,978	1,04216E-82

Para convalidar el resultado obtenido por las 4 ecuaciones de volumen potenciales con los resultados de cada uno de los cuatro métodos de cubicación Smalian, Newton, método gráfico y testigo se calcula el volumen comercial a partir del diámetro a la altura de pecho con la altura comercial, a partir de las medias de cada método en estudio se calcula el error

relativo desde la perspectiva: Tomando los valores de volumen del método de Smalian como el valor exacto y los valores del volumen de las ecuaciones 1, 2, 4, 5, Newton, método gráfico y testigo como aproximación (Tabla 8).

Tabla 8. Valores estimados del volumen comercial por los métodos en estudio.

Volumen. Smalian	Volumen. Newton	Volumen Gráfico	Volumen Testigo	Ecuación 1	Ecuación 2	Ecuación 4	Ecuación 5
0,645	0,659	0,758	0,982	0,634	0,637	0,607	0,630

Tabla 9. Cálculo de los errores relativos

Método	Valor exacto	Valor de aproximación	Error relativo
Volumen Newton	0,645	0,659	-2,1%
Volumen Gráfico	0,645	0,758	-14,8%
Volumen Testigo	0,645	0,982	-34,3%
Ecuación 1	0,645	0,637	1,8%
Ecuación 2	0,645	0,637	1,3%
Ecuación 4	0,645	0,607	6,2%
Ecuación 5	0,645	0,630	2,4%

Se observa que con el testigo obtiene el valor de mayor error relativo que sobreestima el volumen comercial en un 34,3%, seguido del método gráfico que sobreestima en un 14,8% el volumen comercial, la ecuación 4 en cambio subestima el volumen comercial en un 6,2%, mientras que los otros métodos su tasa de subestimación y sobreestimación no supera el 2,4%. En contraste con el estudio realizado en donde la ecuación con la que se estima el volumen de la madera del árbol muestra una mejora de los métodos tradicionales de evaluarlo mediante trozas además muestra que no es tan trascendental determinar que método es el mejor para el cálculo del volumen porque la exactitud en la estimación depende más de las mediciones del diámetro que del cálculo empleado en sí, pero para poder establecer las alturas correspondientes a diámetros determinados o evaluar los diámetros a ciertas alturas, el método polinomial muestra su bondad al tener que resolver una simple ecuación [17].

4. Conclusiones

Se determinó el factor de forma de una muestra de 100 individuos con fustes rectos y sin bifurcaciones de la especie *Eucalyptus saligna* (Eucalipto) en una plantación forestal comercial del sector Tambillo bajo, cantón Colta, provincia de Chimborazo mediante las fórmulas del cálculo del volumen real de Smalian, Newton y método gráfico cuyos valores son de 0,46; 0,47; 0,54 respectivamente.

El análisis comparativo del cálculo de volumen real por secciones la especie en estudio presentó una forma de tipo paraboloide con tendencia de forma cónica, donde el volumen comercial por los métodos Smalian, Newton y método gráfico se encuentran

dentro de un mismo grupo homogéneo mientras que el método de cálculo del volumen comercial con el factor de forma de 0,70 se encuentra fuera de este subconjunto homogéneo.

En la verificación del volumen comercial calculado con los factores de forma estimados frente a las ecuaciones de volumen, el error relativo muestra que el método de cálculo del volumen comercial con el factor de forma de 0,70 sobre estima el volumen comercial en un 34,3%, seguido del método gráfico que sobreestima en un 14,8% el volumen comercial, la ecuación 4 en cambio subestima el volumen comercial en un 6,2%, mientras que los otros métodos su tasa de subestimación y sobreestimación no supera el 2,4% además se encontró que la ecuación 3 no cumple con la condición de normalidad dentro de la regresión lineal por tanto no puede ser aplicada para el cálculo del volumen comercial de la especie en estudio.

5. Referencias

- [1] Aguilar C, Sequeira A, Peralta E. 2016. Factor de forma para la *Tectona grandis* L.F, empresa MLR-Forestal, Siuna, Costa Caribe Norte de Nicaragua. *Agrociencia*, 50(1), 89-105.
- [2] Caille F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. *Montes*, 22(1), 92.
- [3] Calvache J. (2016). La investigación científica como alternativa en la formación profesional. Colombia: CEPUN.
- [4] Dirección de Producción Forestal. Manual "Determinación de factores de forma de especies

forestales comerciales” .Ecuador: Ministerio de Agricultura, 2014. p. 1-9.

[5] Ecuador Forestal. [<https://ecuadorforestal.org>]. Ecuador Forestal. [Actualizada en Julio de 2014; acceso 22 octubre 2018]. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/actualidad-forestal/nuevo-decreto-ejecutivo-no-286-sobre-transferencia-de-competencias-del-ministerio-del-ambiente-al-magap-responde-a-una-lucha-de-mas-de-15-anos-por-parte-del-sector-forestal/> 2014

[6] ETIFN. 2014. Manual de Campo. Procedimientos para la planificación, medición y registro de información del Inventario Forestal Nacional de Paraguay. FAO-PNUDPNUMAINFONA-SEAM-FAPI

[7] FAO. 1981. El eucalipto en la repoblacion forestal. Roma: coleccion FAO Montes. p. 85-96.

[8] Fontalvo T, De la Hoz Granadillo E, Vergara J. C. 2012. Aplicación de análisis discriminante para evaluar el mejoramiento de los indicadores financieros en las empresas del sector alimento de Barranquilla - Colombia. Ingeniare. Revista Chilena de ingeniería. 20 (3): 320-330.

[9] Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). 2013. Memoria técnica: cantón Colta. clima e hidrología. Riobamba – Ecuador: Ministerio de Agricultura (MAG); Coordinación General del Sistema de Información Nacional (CGSIN).

[10] López C. 2008. Conceptos básicos del Analisis de regresión. Relación alturas-diámetros en las masas. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

[11] Martin A. Modelos de estimación del volumen de Eucalyptus camadulensis Dehnh, en plantaciones puras en el Ingenio San Antonio, Chinandengua. Montevideo [tesis de grado] Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria; 1997

[12] Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2012). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Ecuador: Subsecretaría de Patrimonio Natural. p. 33-35.

[13] Morás G. Tablas de volumen de Eucalyptus globulusssp.globulus al sur del río Negro. Montevideo

[tesis de maestría], Uruguay: Universidad de la República,Facultad de Agronomía; 2010

[14] Nájera J. A, Hernández H. E. 2008. Relaciones morfométricas de un bosque coetáneo de la región del Salto, Durango. Ra Ximhai, 4 (1), 69-81.

[15] Nel L. 2014. Estadística con SPSS 22. Lima: Macro.

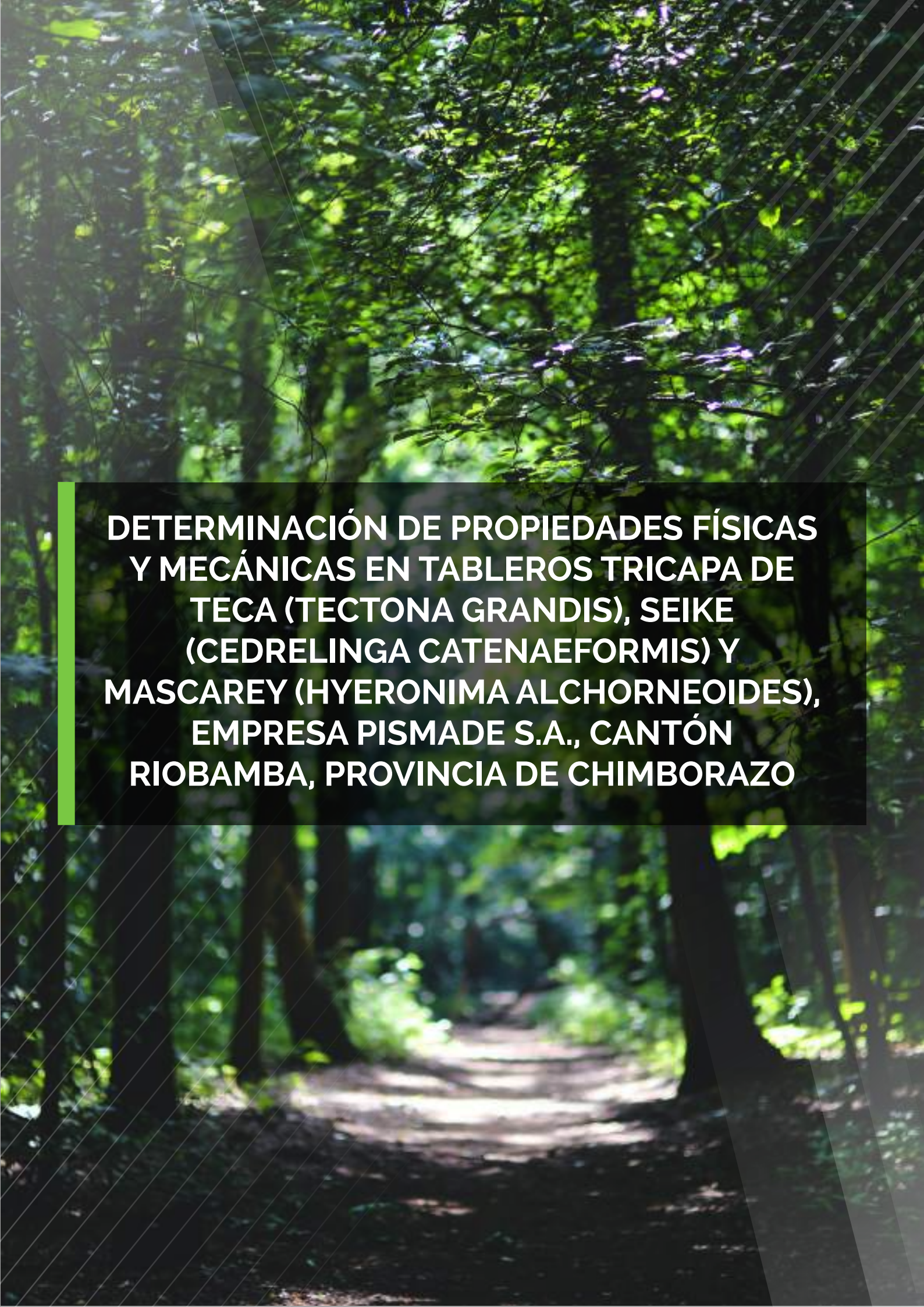
[16] Pacheco J. (2015). Gestión de datos gráficos y tablas dinámicas con excel. Ecuador: Macro.

[17] Riaño O, Lizarazo I. 2017. Estimación del volumen de madera en árboles mediante polinomio único de ahusamiento. Bogotá. Colombia Forestal, 20(1), 55-62.

[18] Riecke F. 1940. Über die Berechnung des körperlichen. Stuttgart: Metzler, 75.

[19] Rodríguez H, Ramírez H. 2016. Dendrometria (forest mensuration) Medición forestal. ResearchGate.

[20] Rondeux J. 2010. Medición de árboles y masas forestales. España: Mundi-Prensa.



**DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS
Y MECÁNICAS EN TABLEROS TRICAPA DE
TECA (TECTONA GRANDIS), SEIKE
(CEDRELINGA CATENAEFORMIS) Y
MASCAREY (HYERONIMA ALCHORNEOIDES),
EMPRESA PISMADE S.A., CANTÓN
RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO**

DETERMINACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS EN TABLEROS TRICAPA DE TECA (*TECTONA GRANDIS*), SEIKE (*CEDRELINGA CATENAEFORMIS*) Y MASCAREY (*HYERONIMA ALCHORNEOIDES*), EMPRESA PISMADE S.A., CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO

(Determination of physical and mechanical properties on three-layer boards of Teak (Tectona grandis), Seike (Cedrelinga catenaeformis) and Mascarey (Hieronima alchorneoides), Company PISMADE S.A., Canton Riobamba, Province of Chimborazo)

J. Criollo Barahona¹, D. Román Robalino², E. Cabezas¹, E. Salazar Castañeda²

(1) GIFOR Grupo de investigación forestal,

(2) Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Norte Km 1¹/₂

RESUMEN

La presente investigación pretende: Determinar las propiedades físicas y mecánicas en tableros tricapa de Teca (*Tectona grandis*), Seike (*Cedrelinga catenaeformis*) y Mascarey (*Hieronima alchorneoides*), Empresa PISMADE S.A., cantón Riobamba, provincia de Chimborazo; para lo cual se utilizaron 3 probetas por cada una de las especies en cada uno de los ensayos realizados, las mismas fueron trabajadas con base a la Norma ASTM D143-94 para las pruebas de compresión paralela, compresión perpendicular y flexión y la Norma DIN- 52182, teniendo como principal variación en las medidas de espesor debido al uso comercial establecido por la empresa. Las pruebas mecánicas mostraron que Seike tuvo los mejores resultados al ser superior en dos ensayos: compresión perpendicular y flexión. Los ensayos con Teca nos dieron como resultados que es superior en el ensayo de compresión perpendicular. Mascarey a diferencia de las dos especies mencionadas anteriormente tuvo complicaciones con los ensayos debido a problemas con el pegamento entre capas.

Palabras claves: Propiedades físicas y mecánicas de la madera, tableros tricapa.

ABSTRACT

The present investigation aims to: Determine the physical and mechanical properties in three-layer boards of Teak (*Tectona grandis*), Seike (*Cedrelinga catenaeformis*) and Mascarey (*Hieronima alchorneoides*), Company PISMADE S.A., Canton Riobamba, province of Chimborazo; for which 3 specimens were used for each of the species in each of the tests performed, they were worked on the norm of ASTM D143-94 for the tests of parallel compression, perpendicular compression and flexion and the DIN- 52182, with the main variation in thickness measurements due to the commercial use established by the company. Mechanical tests showed that Seike had the best results by being superior in two trials: perpendicular compression and flexion. Teak tests gave us the results that are superior in the perpendicular compression test. Mascarey unlike the two species mentioned above had complications with the trials due to problems with the glue between layers.

Key words: Physical and mechanical properties of wood, three-layer boards.

1. Introducción

El hombre ha usado la madera desde tiempo inmemorial como combustible y para construir sus habitaciones. Durante miles de años hemos aprendido a utilizarla en muebles y construcción. El desarrollo de los productos a base de madera ha solventado muchos problemas y abierto la oportunidad de incrementar las aplicaciones. Lo que ha logrado la industria es reconstituir la madera de deshecho o de mala calidad para la producción de paneles de superficies grandes fáciles de usar con caras pulidas, sin defectos localizados y con gran homogeneidad y estabilidad (Fernández, 1993). Los tableros de madera maciza más habituales son los de 3 capas (tricapas) y los de 5 capas (AITIM, 2011). El Tablero Tricapa es un tablero de encofrar con tres capas de madera de abeto o pino (sello PEFC) encoladas entre sí (Vargas, 2012), está formado por dos capas externas de láminas de madera con la dirección de la fibra paralela a la longitud del tablero y al menos una capa interior perpendicular a las capas externas. Los tableros multicapa, debido a su composición, tienen una mayor estabilidad que si fueran de una sola pieza y es parecida a la de los tableros contrachapados. Depende de los coeficientes de contracción volumétrica, radial y tangencial de la especie de madera y de la composición del tablero. Este material ofrece las mejores condiciones para una manipulación fácil y eficaz y cumple todas las exigencias estéticas y técnicas. La cuidadosa selección óptico-mecánica de las láminas garantiza que los tableros presenten un número mínimo de grietas así como un dibujo bonito y equilibrado (Binderholz, 2012). La resistencia del tablero dependerá de la durabilidad natural o adquirida de la madera y de la calidad de encolado. (AITIM, 2011).

2. Materiales y Métodos

2.1. Desarrollo del Proyecto.

El proyecto se realizó en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, en PISOMAD perteneciente a la empresa PISMADE S.A. ubicada en Av. Bolívar Bonilla, y Pasaje Manila, sector Parque Industrial. De igual manera se utilizaron los laboratorios de las Facultades de Mecánica y Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

2.2. Normas para ensayos en Madera

Los ensayos de compresión y flexión se realizarán en Base a la Norma ASTM D143-94.

-El ensayo de compresión paralela se realiza con probetas de 5 cm x 5 cm x 20 cm.

-El ensayo de compresión perpendicular se realiza con probetas de 5 cm x 5 cm x 15 cm.

-El ensayo de Flexión se realiza con probetas de 2,5 cm x 2,5 cm x 41 cm.

Para el ensayo de propiedad física se realizará en base a la Norma DIN- 52182.

-El ensayo de densidad se realiza con probetas de medidas de 3 cm x 3 cm x 10 cm.

Las probetas tuvieron variación en cuanto a las normas en el espesor debido a las medidas que serán utilizadas por la empresa entre las diferentes capas.

2.3. Análisis de Datos

2.3.1. Resistencia de Materiales

La Resistencia de Materiales se ocupa del cálculo de los esfuerzos y deformaciones que se producirán debiendo garantizar el ingeniero que las deformaciones estén dentro de unos límites permisibles y obviamente que no se produzcan roturas (Zalazar, 2007). El módulo de elasticidad (E), también llamado módulo de Young, es un parámetro característico de cada material que indica la relación existente (en la zona de comportamiento elástico de dicho material) entre los incrementos de tensión aplicados (ds) en el ensayo de tracción y los incrementos de deformación longitudinal unitaria (de) producidos (Universitat Jaume I, 2014).

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Esfuerzo. Donde P es la carga y A el área del material

$$E = \tan \vartheta$$

Módulo de Elasticidad. ϑ es el Angulo formado en la gráfica realizada de carga versus la deformación.

3. Resultados y discusión

3.1. Ensayo de Compresión Paralela

Los datos obtenidos nos muestran que Teca presenta que una mayor resistencia a la compresión obtenido valores superiores de resistencia en las tres probetas ensayadas, teniendo como valor máximo

de resistencia de 148,41 Kg/cm², Seike obtuvo una valoración en resistencia como valor más alto de 98,33 Kg/cm² mientras en los ensayos con Mascarey se obtuvo los valores más bajos esto debido a fallas en cuento a pegamento entre las capas y teniendo como valor máximo de resistencia de 56,69 Kg cm², el MOE as alto obtenido fue de 25 119,43 por parte de Mascarey.

Tabla 1. Ensayo de Compresión Paralela en probetas de tableros tricapa de Mascarey, Teca y Seike.

PROBETA	TIPO	RESISTENCIA COMPRESIÓN PARALELA	RESISTENCIA COMPRESIÓN PARALELA	MOE MODULO DE ELASTICIDAD	MOE MODULO DE ELASTICIDAD
N°		Kg/cm ²	PROMEDIO		PROMEDIO
1	Mascarey (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	49,90	52,54	25023,51	32991,99
2	Mascarey (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	51,02		25119,43	
3	Mascarey (<i>Hyeronima alchorneoides</i>)	56,69		23809,52	
4	Teca (<i>Tectona grandis</i>)	140,89	136,22	23931,67	21683,28
5	Teca (<i>Tectona grandis</i>)	118,36		19331,67	
6	Teca (<i>Tectona grandis</i>)	149,41		21786,49	
7	Seike (<i>Cedrelinga catenaeformis</i>)	67,55	83,76	14427,12	16279,84
8	Seike (<i>Cedrelinga catenaeformis</i>)	85,39		18056,18	
9	Seike (<i>Cedrelinga catenaeformis</i>)	98,33		16356,23	



Figura 1. Grafica del comportamiento de Teca mediante carga aplicada en Kg y Deformación en cm.

3.2. Ensayo de Compresión Perpendicular

El ensayo realizado mostro que Seike tiene una resistencia a la compresión perpendicular superior con un valor máximo de 286,95 Kg/cm², mientras

Teca y Mascarey obtuvieron valores menores siendo Teca el que obtuvo el valor más cercano a Seike con un Valor de 281 Kg/cm² y finalmente Mascarey con un valor de 213,37 Kg/cm².

Tabla 2. Ensayo de Compresión Perpendicular en probetas de tableros tricapa en Mascarey, Teca y Seike.

PROBETA	TIPO	NÚMERO DE CAPAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN PERPENDICULAR	MOE (MODULO DE ELASTICIDAD)	MOE (MODULO DE ELASTICIDAD)
N°			Kg/cm ²		PROMEDIO
1	Mascarey	3	207,9	7074,19	8990,95
2	Mascarey	3	213,37	10027,00	
3	Mascarey	3	212	9871,66	
4	Teca	3	281	5768,35	7073,10
5	Teca	3	188	9721,42	
6	Teca	3	164	5729,54	
7	Seike	3	245,21	14849,58	13993,62
8	Seike	3	266,07	11363,61	
9	Seike	3	286,95	15767,67	

Reistencia de Seike (Carga vs Deformación)

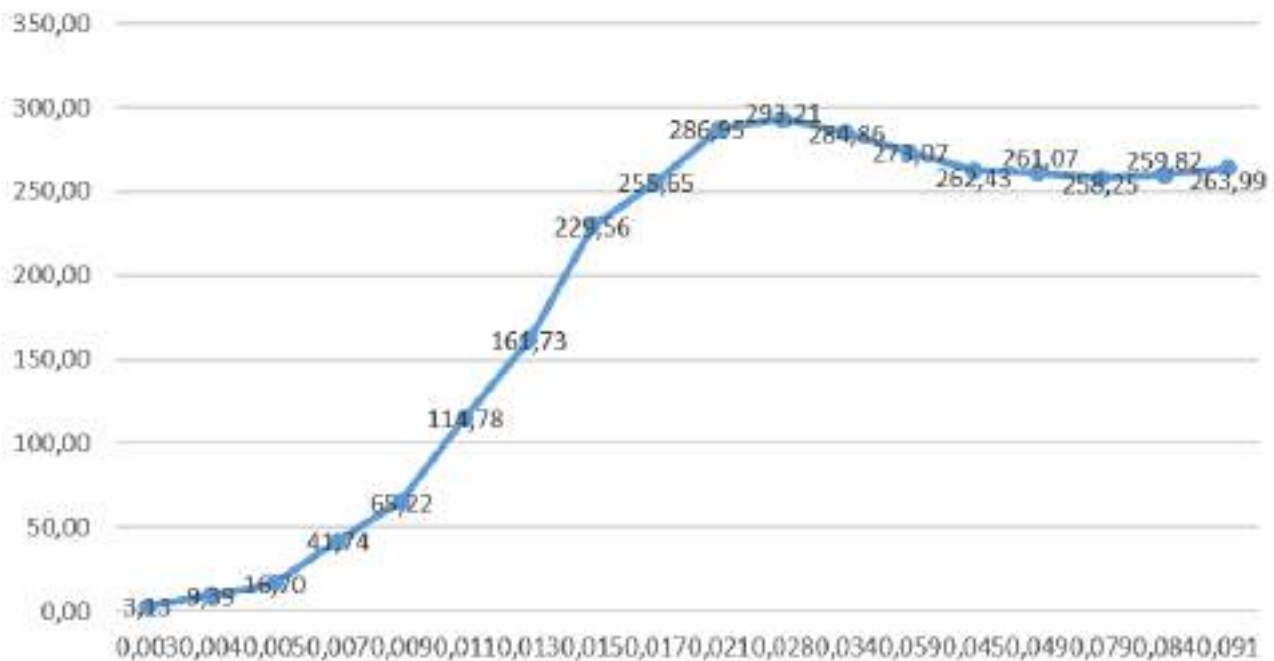


Figura 2. Resistencia de Seike en el ensayo de compresión perpendicular donde obtuvo el valor más alto de todas las especies

3.3. Ensayo de Flexión

El mejor resultado de resistencia lo obtuvo Seike con un valor máximo de 305 Kg/cm² (Figura 3) seguido de Teca con un valor de 230 Kg/cm². En Mascarey se volvió a evidenciar problemas con el pegamento

entre capas provocando que la resistencia obtenida nos sea la óptima. El MOE más alto obtenido es por parte de Teca con 1190,68 Kg/cm² (Tabla 3).

Tabla 3. Ensayo de Flexión en probetas de tableros tricapa de Mascarey, Teca y Seike.

PROBETA N°	TIPO	LONGITUD INICIAL	NÚMERO DE CAPAS	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	MOE (MODULO DE ELASTICIDAD)	MOE (MODULO DE ELASTICIDAD)
		cm		Kg/cm ²		PROMEDIO
1	Mascarey	35,5	3	100	828,73	607,07
2	Mascarey	35,5	3	30	498,05	
3	Mascarey	35,5	3	70	494,44	
4	Teca	35,5	3	200	1000,1	1114,94
5	Teca	35,5	3	170	1190,68	
6	Teca	35,5	3	230	1154,03	
7	Seike	35,5	3	300	974,11	974,46
8	Seike	35,5	3	305	1111,27	
9	Seike	35,5	3	250	837,99	

Ensayo de Flexión de Seike

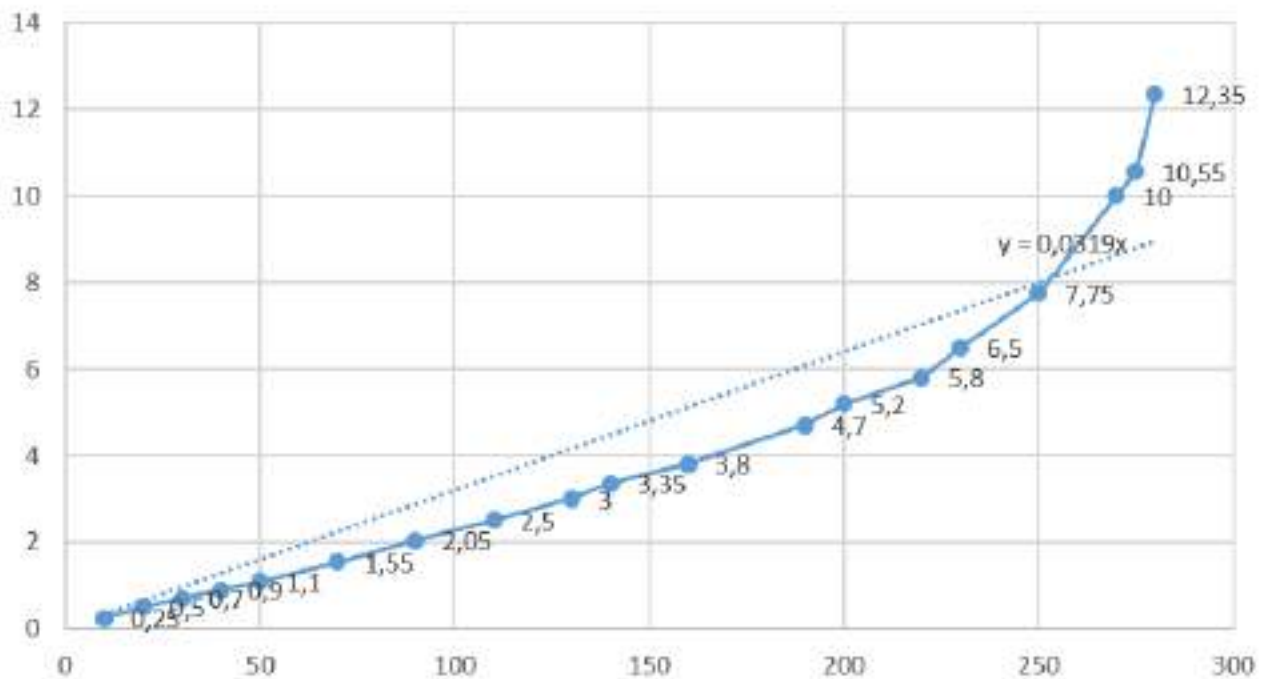


Figura 3. Flexión en seike con el mejor resultado obtenido en el Ensayo.

3.4. Resistencia Características de los tableros

Como se observa en la tabla 4 las características obtenidas en estudios de modelos de plancha en tableros multicapa de 3 y 5 capas, realizadas por la Empresa Binderholz GmbH muestran resultados similares obteniendo valores de resistencia de tableros tricapa entre 23,8 N/mm² y 37,0 N/mm²,

las pruebas fueron realizados en tableros de 3 capas con diferente grosor nominal (Tabla 4), utilizando material como abetos y Pino en la parte central de los tableros, por otra parte los ensayos realizados muestran que las resistencia en las probetas realizadas se obtuvieron los siguientes valores 9,61 N/mm², 14,61 N/mm², 27,55 N/mm², 28,13 N/mm², 22,55 N/mm² y 29,90 N/mm².

Tabla 4. Valores de resistencia y de rigidez característica de tableros tricapa realizados por la Empresa Binderholz GmbH.

	Tablero de 3 capas									Tablero de 5 capas		
Grosor nominal (mm)	12	16	19	22	27	40	42	50	60	35	42	55
Capas de cobertura (mm)	3,75	5,1	5,2	6,2	8,7	8,45	8,5	12,5	12,5	6,0	7,8	8,5
Capas intermedias (mm)										8,6	8,6	15,0
Capa central (mm)	4,5	5,8	8,6	9,6	9,6	23,1	25,0	25,0	35,0	5,8	9,2	8,0
Carga sobre la plancha												
f _{m,0}	37,0	34,9	31,6	30,3	28,7	24,4	23,8	26,3	24,2	21,9	23,1	20,5
f _{m,90}	6,7	6,5	8,1	7,3	6,4	11,4	11,9	9,2	11,5	13,8	12,5	15,1
E _{m,0}	11300	11400	10900	11000	11400	9700	9500	10500	9600	8700	9200	8200
E _{m,90}	1000	900	1450	1350	900	2600	2800	1800	2700	3600	3150	4150

Tabla 5. Tabla de características obtenidas en ensayos de tableros tricapa.

Ensayos de resistencia en Madera						
Resistencia Kg/cm ²	98	149	281	286,95	230	305
Resistencia N/mm ²	9,61	14,61	27,55	28,13	22,55	29,90

3.5. Características comerciales para su aprovechamiento

Las plantaciones de *C. catenaeformis* alcanzan presenta rápido crecimiento en volumen, alcanzando 360 m³ ha⁻¹ a la edad de 9 años en la clase de sitio alta, y 368 m³ ha⁻¹ a la edad de 18 años en la clase de sitio medio. El incremento corriente anual máximo volumen culmina muy temprano, a los 3 años, alcanzando 36 y 56 m³ ha⁻¹ año⁻¹ en las clases de sitio medio y alto, respectivamente. El turno de rotación silvicultural se produce a los 9, 7 y 5 años con crecimientos de 13, 28 y 44 m³ ha⁻¹ año⁻¹, en las clases de sitio bajo, medio y alto, respectivamente (Baluarte & Alvarez). En el país las plantaciones listo y preparado el terreno, se realiza la plantación a espaciamientos de 4×4 m (densidad de 625 plantas/ha) o de 4×3 m (densidad de 833 plantas/ha). En el país el turno previsto para esta especie se encuentra entre 15 y 25 años. El rendimiento es de 15 a 20 m³/ha/año en plantaciones y de apenas 1m³/ha/año en bosque natural. (Vinueza, Ficha Técnica de Chuncho, 2012).

Teca es un árbol que alcanza alturas mayores a 30 m de altura y 80 cm de DAP, la rotación es generalmente de 120 años, con un ciclo de corta de unos 30 años, las plantaciones Listo y preparado el terreno, se realiza la plantación a espaciamientos de 4×4 m (densidad de 625 plantas/ha) o de 4×3 m (densidad de 833 plantas/ha). Los rendimientos son muy variables dependiendo de los suelos, 8 a 25 m³/ha/año y teniendo turnos de mayor de 18 años, la madera tiene más valor si es de mayor edad y madurez (Vinueza, Ficha técnica de Teca, 2012).

Hyeronima alchorneoides 0,63 g/cm³, muy pesada y algunas veces la densidad va desde 0,5 g/cm³. Las plantaciones se hace a una distancia inicial utilizado en plantaciones es de 3m x 3m, con turnos de aprovechamiento de aproximadamente 30 años (Ramirez, 1999).

3.6. Densidad de tableros tricapa formadas con tres especies

Tabla 6. Tabla de características de densidad obtenidas en ensayos de tableros tricapa.

Probeta	Tipo	Ancho	Espesor	Largo	Volumen	Peso	Densidad
N°		cm	cm	cm	cm ³	g	g/cm ³
1	Mascarey	3	3	10	90	55,31	0,61
2	Mascarey	3	3	10	90	54,64	0,61
3	Mascarey	3	3	10	90	51,51	0,57
4	Teca	3	3	10	90	54,46	0,61
5	Teca	3	3	10	90	60,81	0,68
6	Teca	3	3	10	90	54,79	0,61
7	Seike	3	3	10	90	55,52	0,62
8	Seike	3	3	10	90	58,16	0,65
9	Seike	3	3	10	90	57,43	0,64

4. Conclusiones

Los resultados obtenidos en los ensayos muestran que las probetas de Tableros Tricapa de Seike (*Cedrelinga catenaeformis*) es la especie con mayor resistencia en compresión perpendicular y flexión con 286,5 Kg/cm² y 305 Kg/cm² respectivamente y un módulo de elasticidad de 15767,67 Kg/cm² y 1111,27 Kg/cm², además teniendo un comportamiento regular en el ensayo de compresión paralela con 98.33 Kg/cm² y una densidad media de 0,63 g/cm³.

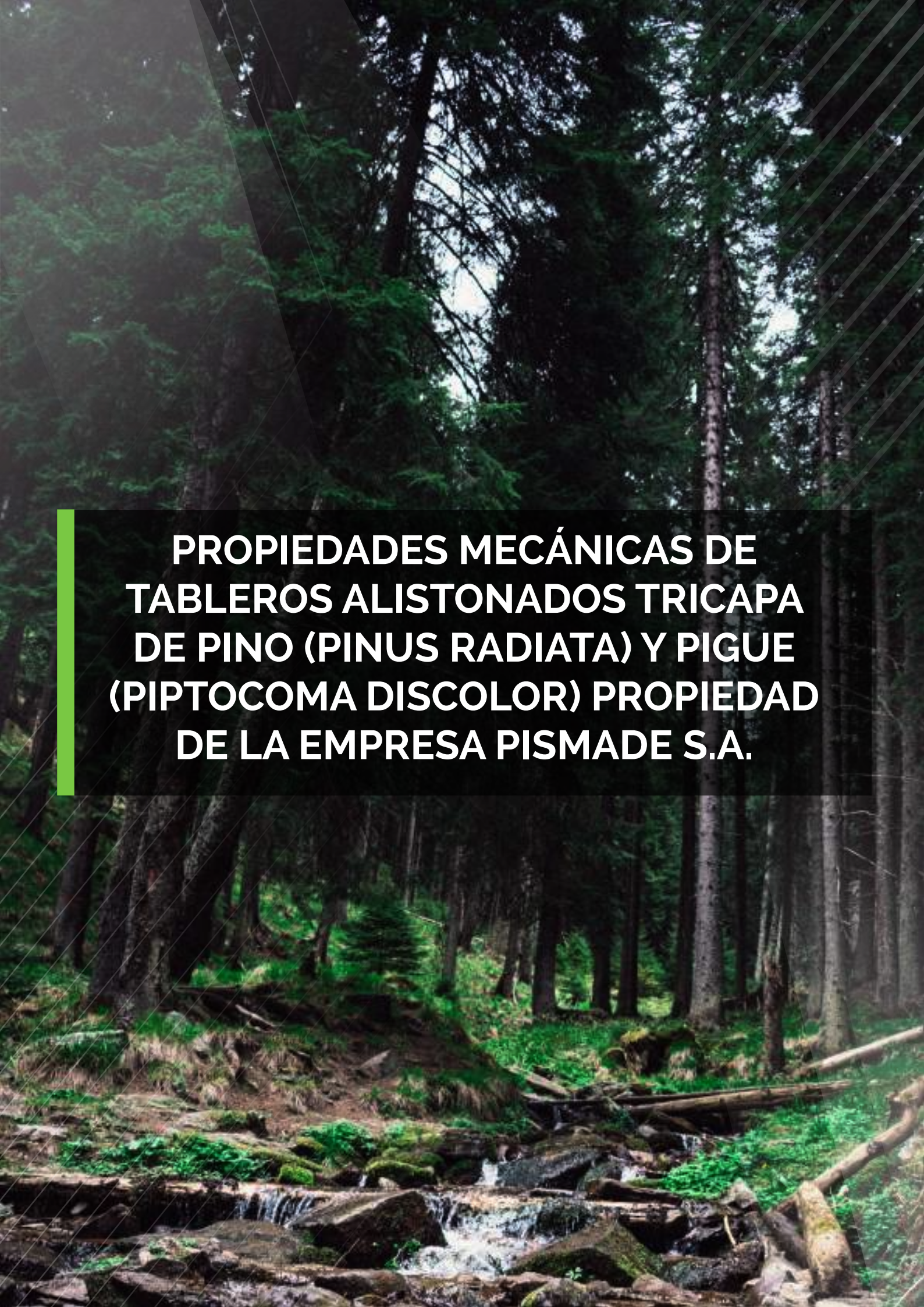
Los ensayos en probetas de Tableros Tricapa de Teca (*Tectona grandis*) muestran que la resistencia en compresión paralela es de 149,41 Kg/cm² y MOE de 23931,67 Kg/cm², y en compresión perpendicular y flexión es de 281 Kg/cm² y 230 Kg/cm² respectivamente y una densidad media de 0,63 g/cm³.

Las probetas de Tableros tricapa de Mascarey (*Hyeronima alchorneoides*), muestran su irregularidad debido a los problemas presentados con el pegamento entre capas, lo cual impidió obtener el valor más alto antes de la ruptura de sus fibras, obteniendo los siguientes resultados en compresión paralela, perpendicular y flexión: 56,69 Kg/cm², 213,37 Kg/cm² y 100 Kg/cm² y una densidad media de 0,60 g/cm³. El mejor módulo de elasticidad la obtuvo en la prueba de compresión paralela con un valor de 25119,43 Kg/cm² siendo superior a Teca y Seike.

5. Referencias

1. AITIM. (2011). Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera. Recuperado el 25 de Abril de 2019
2. Baluarte, J., & Alvarez, J. (s.f.). MODELAMIENTO DEL CRECIMIENTO DE
3. TORNILLO *Cedrelinga catenaeformis* Ducke EN PLANTACIONES EN JENARO HERRERA, DEPARTAMENTO DE LORETO, PERÚ. 1-12. Recuperado el 12 de Octubre de 2019, de <http://www.iiap.org.pe/upload/Publicacion/PUBL1433.pdf>

4. Binderholz. (2012). Tableros de Madera Maciza y para la Contrucción. Recuperado el 10 de Abril de 2019
5. Fernández, A. (1993). Evolución del Mundo Tecnológico de los Tableros de Madera. Lourizan. Recuperado el 18 de Marzo de 2019
6. Ramirez, J. (1999). Recuperado el 8 de Julio de 2019, de [http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2017/Technical/pd8-92-5-3%20rev2\(F\)%20s_Rosita_S.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2017/Technical/pd8-92-5-3%20rev2(F)%20s_Rosita_S.pdf)
7. Universitat Jaume I. (Junio de 2014). Recuperado el 18 de Julio de 2019, de http://www.mecapedia.uji.es/modulo_de_elasticidad.htm
8. Vargas, G. (2012). Maderas Portu. Recuperado el 15 de Marzo de 2019, de <http://maderasportu.com/tienda/tableros/tablero-tricapa-encofrado/>
9. Vinueza, M. (Julio de 2012). Recuperado el 14 de Julio de 2019, de <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-1-teca/>
10. Vinueza, M. (Octubre de 2012). Ficha Técnica de Chuncho. Recuperado el 24 de Julio de 2019, de <https://ecuadorforestal.org/noticias-y-eventos/ficha-tecnica-no-9-chuncho/>
11. Zalazar, J. (2007). Recuperado el 15 de Junio de 2019, de http://www.bdigital.unal.edu.co/5855/1/jorgeeduardosalazartrujillo20072_Parte1.pdf



**PROPIEDADES MECÁNICAS DE
TABLEROS ALISTONADOS TRICAPA
DE PINO (PINUS RADIATA) Y PIGUE
(PIPTOCOMA DISCOLOR) PROPIEDAD
DE LA EMPRESA PISMADE S.A.**

PROPIEDADES MECÁNICAS DE TABLEROS ALISTONADOS TRICAPA DE PINO (*PINUS RADIATA*) Y PIGUE (*PIPTOCOMA DISCOLOR*) PROPIEDAD DE LA EMPRESA PISMADE S.A.

(Mechanical properties of three-layer boards of (Pinus radiata) and pigue (Piptocoma discolor) owned by the PISMADE S.A. Company)

J. Freire Cruz¹, E. Salazar Castañeda², V. Noboa², E. Cabezas¹

(1) GIFOR, Grupo de Ingeniería Forestal, Chimborazo, Ecuador

(2) Carrera de Ingeniería Forestal, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Chimborazo, Ecuador

RESUMEN

El presente estudio propone determinar las propiedades mecánicas en tableros tricapa de pino (*Pinus radiata*) y pigue (*Piptocoma discolor*) propiedad de la empresa PISMADE S.A. Los ensayos se los realizó bajo procedimientos técnicos, con la utilización de normas internacionales, dentro del laboratorio de Resistencia de Materiales de la facultad de Mecánica ubicado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Evaluándose 24 probetas pertenecientes a tableros alistados tricapa, cada una de ellas de diferentes dimensiones para ensayos de flexión y compresión, proporcionados por la empresa. Se pudo comprobar las diferentes resistencias que soportan los tableros de estas especies, obteniendo valores de flexión y compresión tanto para pino y pigue apropiados para su utilización en la industria. La información generada considera a este material rígido y apropiado para su uso eficiente y duradero.

Palabras claves: Tableros de Madera, Propiedades Mecánicas, Flexión, Compresión.

ABSTRACT

The present study proposes to characterize the mechanical properties of three-layer boards of pino (*Pinus radiata*) and pigue (*Piptocoma discolor*) owned by the PISMADE S.A. Company. The tests were carried out under technical procedures, with the use of international standards, at the Materials Resistance laboratory of the Faculty of Mechanics located in the Higher Polytechnic School of Chimborazo. 24 test pieces were evaluated belonging to three-layer boards, each of them of different dimensions for bending and compression tests, provided by the company. It was possible to check the different resistances that the boards support of these species, obtaining bending and compression values for both pine and pigue, appropriate for use in the industry. The information generated considers this material rigid and appropriate for its efficient and durable use.

Key words: Wood Boards, Mechanical Properties, Flexion, Compression.

1. Introducción

En la actualidad en nuestro país, el uso de la madera como elemento estructural se ha visto con desconfianza e incertidumbre debido a la falta de normativas y conocimiento, lo que hace que se aprovechen pocas especies forestales. Al no conocer cuáles son las características de cada madera resulta imposible destinarlas a un uso apropiado y darles una aplicación industrial inmediata lo que permitiría ahorrar tiempo y esfuerzo en su transformación y utilización desde el punto de vista estructural para su posterior producción y comercialización (Paguay, 2013). Las investigaciones realizadas están dirigidas a efectuar el estudio de las propiedades físicas y mecánicas de especies forestales que pueden brindarnos mayores bondades el desarrollo industrial que se encuentra en pleno auge. Varias empresas están implementando nuevas líneas de producción, incrementando el campo de utilización de la madera especialmente como material de la construcción. La principal característica es su diferenciación individual, que hace que cada especie tenga un comportamiento distinto, en función de la cual tendrá diferentes usos. Es muy importante conocer estas características para poder asegurar la resistencia que cada especie tendrá a las solicitaciones a las que será sometida (Umerez, 2015). La empresa PISMADE S.A. ha implementado la creación de nuevos tableros para la construcción de varias capas diseñados para el revestimiento de superficies exteriores e interiores, destacando a los tableros alistonados tricapa, formados por tres

capas de madera, dos de ellas dispuestas en sentido longitudinal y la capa central en sentido transversal de tal manera que no pierda sus propiedades y su resistencia mecánica (PISMADE, 2019).

Materiales y Métodos

1.1. Elaboración de las probetas para ensayos mecánicos

De los tableros alistonados tricapa de pino (*Pinus radiata*) y pigue (*Piptocoma discolor*) de medidas 244 x 122 x 3,8 cm fabricados en la empresa PISMADE S.A. se realizaron 24 probetas de diferentes dimensiones para los ensayos de las propiedades mecánicas según especificaciones de la norma ASTM D143 (ASTM, 2014), como es la determinación de la resistencia a la flexión longitudinal, resistencia a la flexión transversal, resistencia a la compresión longitudinal y resistencia a la compresión transversal.

Tabla 1. Probetas para el estudio.

PROBETA	Nº PROBETAS	Nº CAPAS	ESPECIE	NORMA	DIMENSIONES
FLEXIÓN LONGITUDINAL	3	3	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	ASTM D143	2,5 x 2,5 x 41cm
	3	3	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	ASTM D143	
FLEXIÓN TRANSVERSAL	3	3	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	ASTM D143	2,5 x 2,5 x 41cm
	3	3	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	ASTM D143	
COMPRESIÓN LONGITUDINAL	3	3	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	ASTM D143	5 x 5 x 20 cm
	3	3	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	ASTM D143	
COMPRESIÓN TRANSVERSAL	3	3	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	ASTM D143	5 x 5 x 15 cm
	3	3	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	ASTM D143	

1.2. Ensayos mecánicos de Flexión

La flexibilidad es la propiedad que tienen algunas maderas de poder ser dobladas o ser curvadas en su sentido longitudinal y transversal. Si son elásticas recuperan su forma primitiva cuando cesa la fuerza que las ha deformado. La madera presenta especial aptitud para sobrepasar su límite de elasticidad por flexión sin que se produzca rotura inmediata (Pérez, 2010). La influencia directa que afecta a la resistencia a la flexión es la inclinación de la fibra (Almeida, 2015).

Para el procedimiento se colocaron las probetas en la máquina de ensayos universales tanto de manera longitudinal como de manera transversal de cada especie a estudiar (pino y pigue), la carga es aplicada al centro de manera gradual y continua, la longitud libre entre soportes debe ser igual a la mencionada en la norma utilizada ASTM D143 (ASTM, 2014), las bases de cada uno de ellos deben lograr una posición horizontal exacta de la probeta a ensayar.

La carga se aplica continuamente a la probeta con una velocidad constante de la cabeza móvil de la prensa hidráulica más o menos, 1,5 kg /segundo. Se realiza por cada prueba una gráfica de carga contra deformación y se anotan todos los detalles que se consideren son importantes.

Es importante también la determinación del módulo de elasticidad a flexión.

1.3. Ensayos mecánicos de Compresión

Las probetas tanto de manera longitudinal como de manera transversal de cada especie estudiada (pino y pigue) se colocaron centradas en las quijadas: mordaza o base de la máquina de ensayos universales y totalmente horizontales a las caras para evitar cualquier desviación o descentralización de la carga en cada una de las probetas. La carga es aplicada de forma continua a una velocidad constante, se toman las deformaciones por medio del compresómetro.

Se determinó la carga y la deflexión para la primera falla, la carga máxima y puntos de cambio repentino. Se realizó la gráfica de carga contra deformación y se determinó el punto al límite elástico.

Se calculó el módulo de elasticidad a compresión y se obtuvo gráficamente considerando que es la pendiente de la porción recta de la curva de esfuerzo contra deformación unitaria.

2. Resultados y Discusión

2.1. Flexión Longitudinal

En cuanto a la resistencia a la flexión longitudinal, la probeta que más fuerza soporta es la que corresponde al tablero alistonado tricapa de pino (*Pinus radiata*), con 340,79 kg/cm². De igual manera se obtuvo un valor mínimo de resistencia a la flexión longitudinal de 152,98 kg/cm² perteneciente al tablero de pigue (*Piptocoma discolor*).

Tabla 2. Valores de flexión longitudinal de tableros alistonados tricapa para *Pinus radiata* y *Piptocoma discolor*.

PROBETA N°	ESPECIE	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN LONGITUDINAL (kg/cm ²)	MOE LONGITUDINAL E [kg/cm ²]
1	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	158,37	75333,05
2	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	152,98	71142,59
3	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	333,33	117715,38
4	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	236,24	36576,58
5	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	340,79	60533,79
6	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	241,01	29169,77

Gráfico 1. Carga deformación probeta 2.

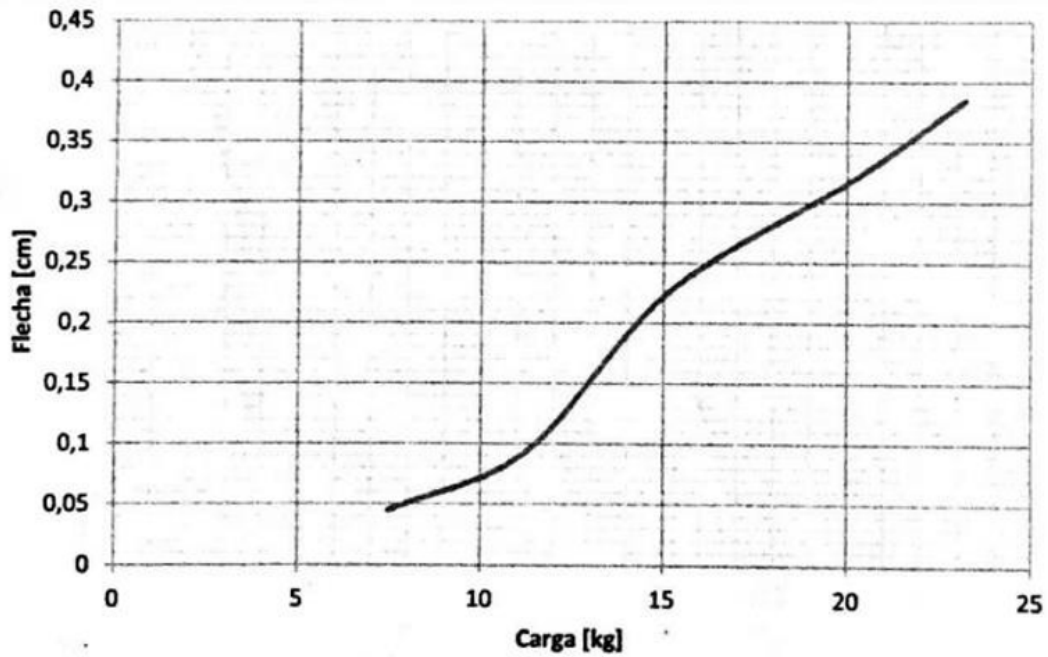
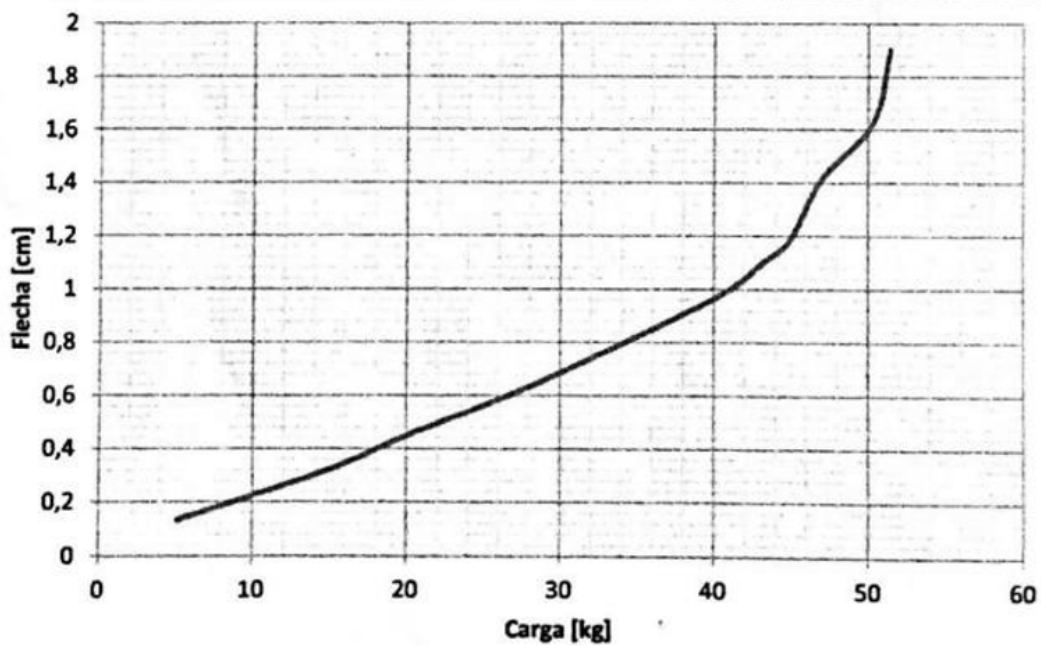


Gráfico 2. Gráfico carga deformación probeta 5.



2.2. Flexión Transversal

En resistencia a la flexión transversal la probeta que más fuerza soporta es la que corresponde al tablero

alistonado tricapa de pigue (*Piptocoma discolor*) con 505,10 kg/cm² y como valor menor de 316,27 kg/cm² perteneciente al tablero de pino (*Pinus radiata*).

Tabla 3. Valores de flexión transversal de tableros alistonados tricapa.

PROBETA N°	ESPECIE	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN TRANSVERSAL (kg/cm ²)	MOE TRANSVERSAL E [kg/cm ²]
1	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	505,10	109240,91
2	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	410,49	69405,71
3	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	447,51	68744,05
4	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	386,03	55340,10
5	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	316,27	48462,16
6	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	366,83	65922,10

Gráfico 3. Gráfico carga deformación probeta 1.

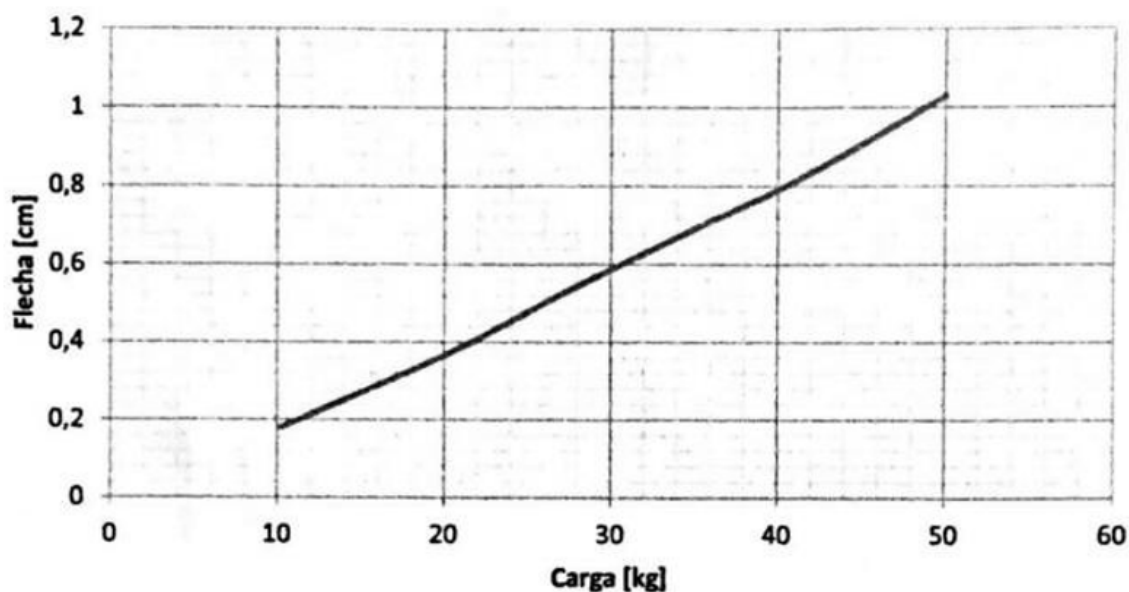
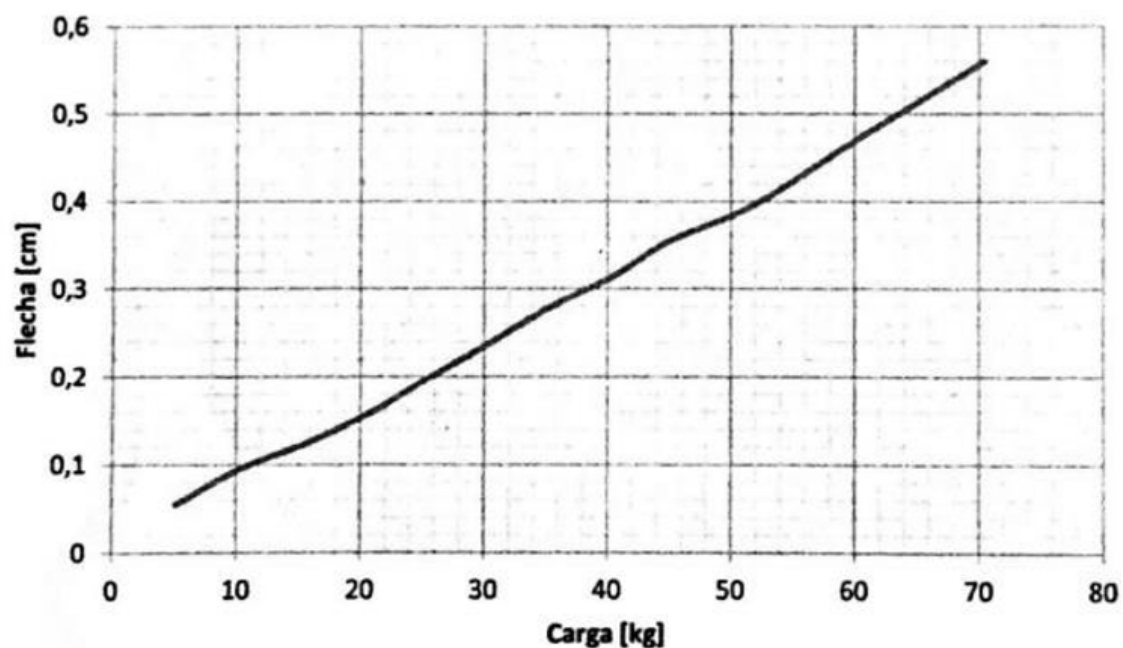


Gráfico 4. Gráfico carga deformación probeta 5.



2.3. Compresión Longitudinal

Como resultado de la resistencia a la compresión longitudinal tenemos que la probeta que corresponde al tablero alistonado tricapa de pino (*Pinus radiata*)

soporta mayor fuerza que el resto con un valor de 61,52 kg/cm², como dato menor tenemos a 27,20 kg/cm² perteneciente al tablero de pigue (*Piptocoma discolor*).

Tabla 4. Valores de compresión longitudinal de tableros alistonados tricapa.

PROBETA N°	ESPECIE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN LONGITUDINAL (kg/cm ²)
1	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	27,79
2	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	30,76
3	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	27,20
4	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	58,44
5	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	61,52
6	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	61,32

Gráfico 5. Gráfico carga deformación probeta 3.

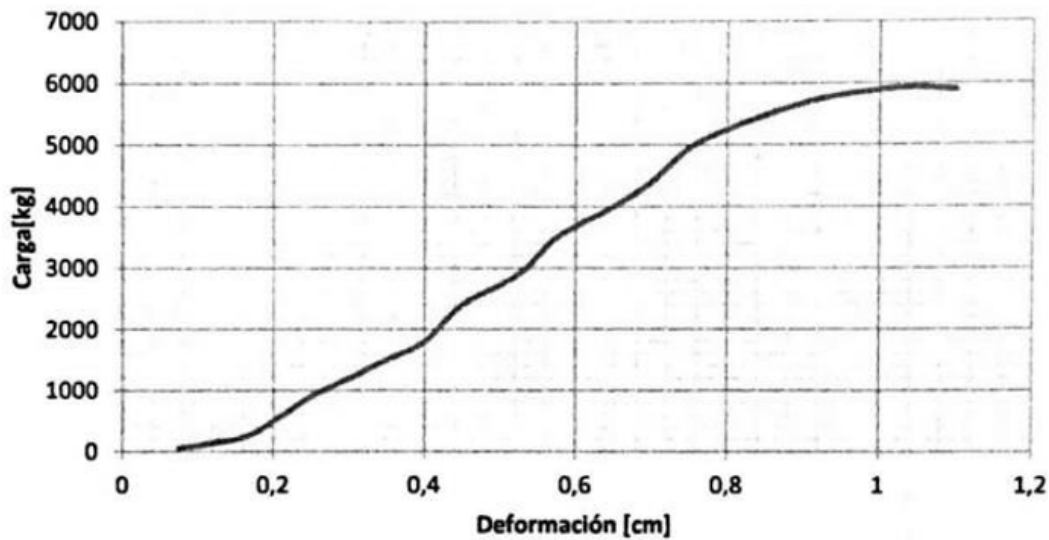
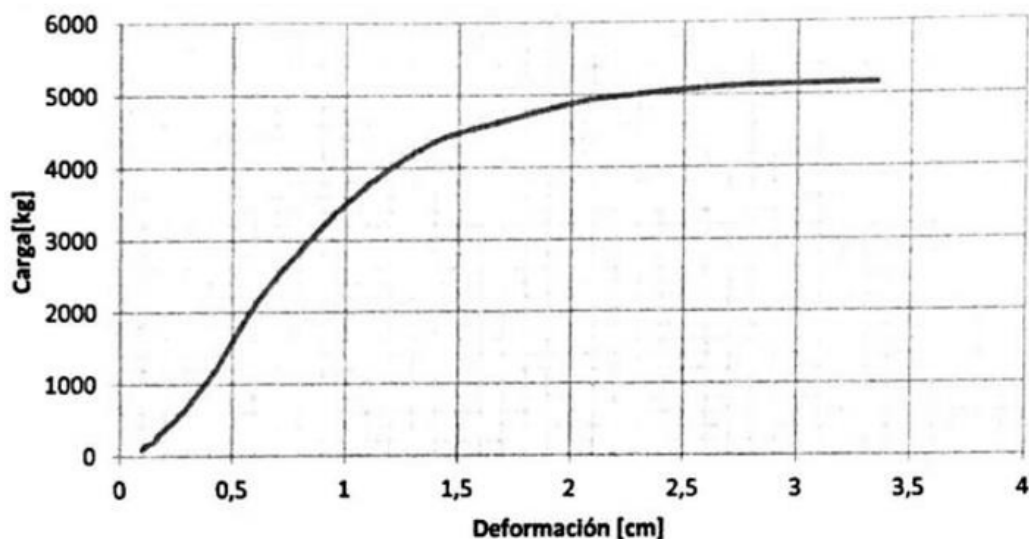


Gráfico 6. Gráfico carga deformación probeta 5.



2.4. Compresión Transversal

La mayor resistencia a la compresión transversal lo presenta la probeta perteneciente al tablero alistonado tricapa de pino (*Pinus radiata*) con un valor

de 64,60 kg/cm² y la de menor valor de resistencia con un dato de 56,57 kg/cm² a la perteneciente al tablero de pigue (*Piptocoma discolor*).

Tabla 5. Valores de compresión transversal de tableros alistonados tricapa.

PROBETA N°	ESPECIE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TRANSVERSAL (kg/cm ²)
1	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	56,57
2	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	-
3	PIGUE (<i>Piptocoma discolor</i>)	60,34
4	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	60,11
5	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	64,60
6	PINO (<i>Pinus radiata</i>)	60,80

Gráfico 7. Carga deformación probeta 1.

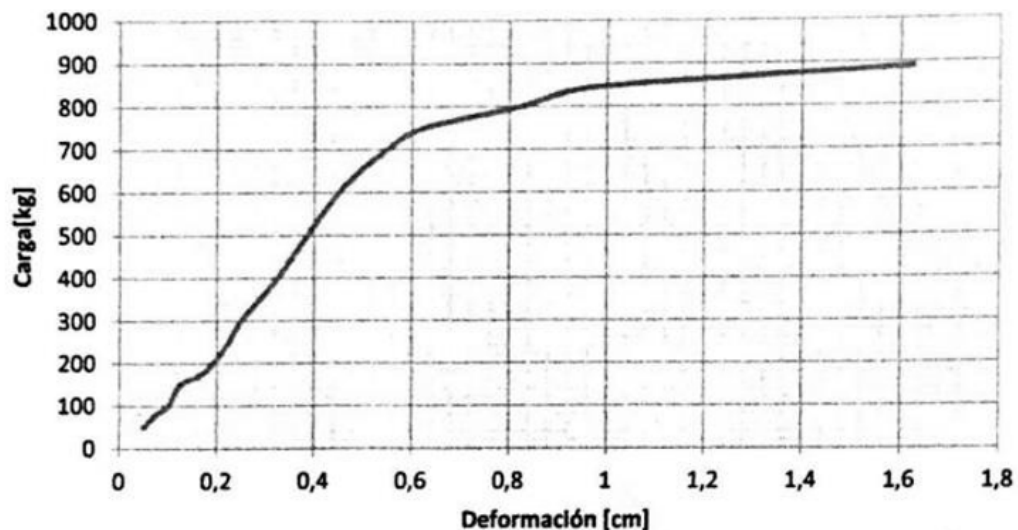
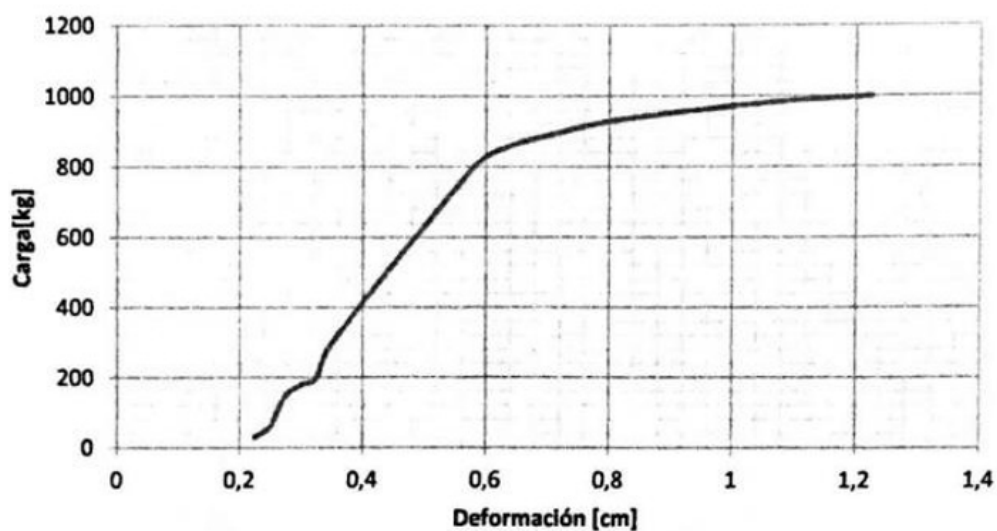


Gráfico 8. Gráfico carga deformación probeta 5.



2.5. Valores de resistencia y rigidez característicos de tableros alistonados

De acuerdo a los resultados (tabla 6) de las características obtenidas en estudios de modelos de plancha en tableros multicapa de 3 y 5 capas

de diferentes especies realizados por la empresa Binderholz GmbH muestran valores similares a los obtenidos en los tableros tricapa de diferente grosor nominal elaborados en la empresa PISMADE S.A. Los ensayos mecánicos indican la resistencia arrojando los valores mostrados en la tabla 7.

Tabla 6. Valores de resistencia de tableros alistonados empresa Binderholz GmbH.

TABLERO DE 3 Y 5 CAPAS EMPRESA Binderholz GmbH												
Carga sobre la plancha												
f _{m,0}	37,0	34,9	31,6	30,3	28,7	24,4	23,8	26,3	24,2	21,9	23,1	20,5
f _{m,90}	6,7	6,5	8,1	7,3	6,4	11,4	11,9	9,2	11,5	13,8	12,5	15,1
E _{m,0}	11300	11400	10900	11000	11400	9700	9500	10500	9600	8700	9200	8200
E _{m,90}	1000	900	1450	1350	900	2600	2800	1800	2700	3600	3150	4150

Tabla 7. Valores de resistencia de tableros alistonados empresa PISMADE S.A.

TABLEROS TRICAPA EMPRESA PISMADE S.A.				
Resistencia kg/cm ²	240,79	505,10	61,52	64,60
Resistencia N/mm ²	33,42	49,53	6,03	6,33

3. Conclusiones

Los resultados de los ensayos muestran que las probetas de tableros tricapa de *Pinus radiata* en su mayoría son las que presentan mayor resistencia en comparación con los de la especie *Piptocoma discolor*, pero ambas aptas para su utilización industrial.

Las probetas de tableros tricapa de *Piptocoma discolor* muestran algunas irregularidades debido a problemas presentados con los materiales, en este caso el pegamento entre cada una de las capas, lo cual impide obtener un valor más alto antes de la ruptura en sus fibras.

El comportamiento mecánico de los tableros tricapa de estas dos especies en estudio es congruente con el esperado y se considera adecuado para su uso en la industria. Los datos sugieren que se trata de un material rígido, apto para soportar esfuerzos cuando está sometido a flexión y compresión.

Se destaca el alto rendimiento de la madera de *Piptocoma discolor* en la fabricación de tableros tricapa, existe la posibilidad de la utilización de esta especie nativa no convencional por su rápido crecimiento y desarrollo en comparación con *Pinus*

radiata, teniendo valores mecánicos de resistencia y rigidez apropiados para su utilización en la industria.

Los valores aseguran a los tableros tricapa para la fabricación y construcción en madera. Este material cumple condiciones técnicas que lo hacen estable y duradero. La técnica y el procedimiento de encolado proporcionan excelentes propiedades en relación a su resistencia.

Los resultados obtenidos nos dan una referencia muy importante para su utilización industrial y su comercialización, considerando a este material con mucha potencialidad en aplicaciones de alto valor agregado.

3. Referencias

1. Almeida, J. (2015). Ensayo de Materiales. Flexión. Recuperado de: <https://prezi.com/aa7gzsqna99k/ensayo-de-materiales-flexion/> el 29/10/19.
2. American Society Of Testing Materials. (2014). Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber 1. Recuperado de: <https://doi.org/10.1520/D0143-14.2>. el 20/03/2019.
3. Binderholz GmbH. 2018. Tableros para la Construcción. Tirol – Austria. Recuperado de: <https://www.binderholz.com/es/> el 01/11/2019.
4. Ecuador Forestal. (2019). Sector Forestal Productivo Formal. Recuperado de: <https://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/sector-forestal-productivo-formal/> el 10/03/2019.
5. Paguay, I. (2013). Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de tres especies forestales andinas: platuquero (*Styloceras* sp), yagual (*Polylepis racemosa*), nogal (*Juglans neotropica*). (Tesis de Grado. Ingeniera Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba - Ecuador.
6. Pérez, E. (2010). Análisis de las propiedades físico mecánicas para un sustituto de madera natural elaborado a base de plásticos reciclados. (Tesis de Grado. Ingeniero Civil). Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
7. Umerez, H. (2015). Análisis de propiedades físicas de la madera de *Populus x euramericana* Y *Pinus pinaster* tras tratamientos de oleotermia. (Tesis de Maestría. Ingeniero en Montes). Universidad de Valladolid. Palencia - España.



ESCUELA SUPERIOR
POLITÉCNICA
DE CHIMBORAZO

ISBN: 978-9942-801-15-9



9 789942 801159