



Revista INVESTIGACIÓN AGRARIA

VOLUMEN 2 NUMERO 3 SETIEMBRE - DICIEMBRE

ISSN N° 2708-9843



Disponible en: <https://www.unheval.edu.pe/agrarias/revistas/revista-investigacion-agraria/>

HUÁNUCO, DICIEMBRE 2020

Editores:

M.Sc. Henry Briceño Yen

M.Sc. Luisa M. Alvarez Benaute

M.Sc. Agustina Valverde Rodríguez



UNIVERSIDAD NACIONAL
HERMILIO VALDIZAN



CP INGENIERIA
AGRONÓMICA

Autor Editor:
REVISTA INVESTIGACIÓN AGRARIA
Av. Universitaria N°601-607 Pillco Marca
Huánuco - Perú

Volumen 2 Numero 3

REVISTA INVESTIGACION AGRARIA

Co-Editores

M.Sc Henry Briceño Yen

M.Sc Agustina Valverde Rodríguez

M.Sc Luisa M. Álvarez Benaute

Prohibida la reproducción parcial o total de las características textuales o graficas de este libro. Ningún párrafo de esta edición puede ser reproducida sin la autorización expresa del autor.



REVISTA DE INVESTIGACIÓN AGRARIA PUBLICACIONES CIENTÍFICAS



Av. Universitaria
601 - 607 - Pillco Marca -
Huánuco – Perú



(062) 591060



revista.agraria@unheval.edu.pe



Webmaster@www.unheval.edu.pe

Esta revista y sus artículos son de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)



Usted es libre de copiar, distribuir y comunicar públicamente esta obra bajo las condiciones siguientes: Debe reconocer los créditos de la obra. Debe ser usada solo para propósitos no comerciales. Esta revista y sus artículos son de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

Fecha de Publicación: diciembre 2020

AUTORIDADES

Dr. SANTOS JACOBO SALINAS

DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Dr. FERNANDO GONZALES PARIONA

DIRECTOR ACADÉMICO CPI AGRONOMICA

Dr. JUAN CASTAÑEDA ALPAS

DIRECTOR CPI AGRONOMICA

**EDICIÓN Y PUBLICACIÓN
REVISORES, DISEÑO Y
DIAGRAMACIÓN
COMISION DE
PUBLICACIONES**

M.Sc HENRY BRICEÑO YEN

M.Sc LUISA ALVAREZ
BENAUTE

M.Sc AGUSTINA VALVERDE
RODRIGUEZ

COMITÉ CIENTIFICO

Dr. CARLOS ALBERTO
MARTINEZ

Departamento de Biología
FFCLRP

Universidad de São Paulo Brasil

M. S. Ph. D ERWIN ABALLAY
Escuela de pos grado área de
Sanidad Vegetal

Universidad de Chile

Dra. ROSARIO PASTOR
ZEGARRA

Cátedra de sostenibilidad
UNESCO-

Universidad Politécnica de
Cataluña-España

M Sc. EMERSON JACOME
MOGRO

Investigación-

Universidad Técnica de
COTOPAXI-Ecuador

M Sc. PAULINA V. FERNANDEZ
GUARNIZO

Especialista en sistemas de
producción-

Universidad Nacional de Loja-
Ecuador

M Sc. NOHEMI DEL CARMEN
JUMBO

Especialista en Agricultura
Sustentable

Universidad Nacional de Loja-
Ecuador

Dr. SANTOS JACOBO SALINAS
Facultad De Ciencias Agrarias

UNHEVAL-PERU

REVISTA DE INVESTIGACIÓN AGRARIA

La Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán realiza una ardua labor en pro del desarrollo agrario, fruto de ello da a conocer las investigaciones realizadas mediante nuestra Revista en formato virtual, en la cual se abordan temas de interés para las personas vinculadas con las Ciencias Agronómicas, referidos estos, a las interacciones entre los diferentes factores de producción del agro ecosistema. Esperamos que esta revista sea una real contribución a la investigación nacional e internacional.

RESERVA DE DERECHOS

Los derechos son reservados y transferidos a la Revista de Investigación Agraria.

PERIODICIDAD Y DISTRIBUCIÓN

La Revista de Investigación Agraria se publica cuatrimestralmente **INVESTIGACIÓN AGRARIA**

Es una publicación de la Carrera Profesional de Ingeniería Agronómica, de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, en ella se difunde artículos científicos relacionados a las Ciencias Agrarias e innovaciones científicas y tecnológicas que contribuyan a mejorar la competitividad y al desarrollo regional y nacional.

DESCARGO DE RESPONSABILIDADES

Los conceptos y contenidos en los artículos científicos, incluidos en esta edición, son de responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan, necesariamente, los criterios institucionales. La reproducción total o parcial de los artículos contenidos en esta revista debe efectuarse citando esta fuente.

La Revista de Investigación Agraria no se solidariza con el contenido de los trabajos que publica. Algunos derechos reservados

En línea disponible para el público en general de acceso libre y gratuito en:

<https://www.unheval.edu.pe/agrarias/revistas/revista-investigacion-agraria/>

INDICE

1. **Cosecha y poscosecha de flor de jamaica y hierba luisa orgánica en el sector “la era” del canton Catamayo, provincia de Loja** P.7
Harvest and post-harvest of jamaica flower and lemongrass in “La Era” sector of the Catamayo canton, Loja province
Marina Elizabeth Esparza-Aguilar
Wilson Rolando Chalco-Sandoval
2. **Determinación del contenido de taninos extraído de la vaina de la tara (*Caesalpinia spinosa*) proveniente del barrio el portete, cantón Gonzanamá de la provincia de Loja**P. 22
Determination of the tannin content extracted from the tara sheath (*Caesalpinia spinosa*) from the Portete neighborhood, Gonzanamá canton of the province of Loja
Yazmin Isabel Camacho- Gahona
Oscar Rodrigo Ordoñez- Gutiérrez
Wilson Rolando Chalco- Sandoval
3. **Rendimiento del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad canaria con tres fuentes de abonos orgánicos en el distrito de Cholón, Huánuco-Perú**.....P. 33
Yield of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Canarian variety with three sources of organic fertilizers in the district of Cholón, Huánuco-Perú.
Toi Hezer Ferrer – Vilca
Agustina Valverde - Rodríguez
4. **Composición química de la madera de *Cedrela odorata* L. y su relación con las propiedades químicas del suelo de la parroquia Zumba provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador**P. 45
Chemical composition of the wood of *Cedrela odorata* L. and its relationship with the chemical properties of the soil of the Zumba parish province of Zamora Chinchipe, Ecuador
Yadira Abad-Cordero
Nohemí del Carmen Jumbo – Benítez
Paulina Vanesa Fernández – Guarnizo
Julia Beatriz González Rogel
Diana Paulina Iñiguez – Ordoñez
Darwin Alexander Pucha – Cofrep
5. **Diversidad anatómica de cinco biotipos de la especie *Theobroma cacao* (cacao) en la región sur de Ecuador**P.55
Anatomical diversity of five biotypes of the species *Theobroma cacao* (cacao) in the southern region of Ecuador.
Hector Zhiñin-Quezada
Enrique Narváez-Manchay
Bryan Merino- Gálvez
Darwin Pucha-Cofrep

6. Composición química de la madera de *Juglans Neotropica* Diels., y su relación con las propiedades químicas del suelo en la parroquia Valladolid, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador.....P.68

Chemical composition of the wood of *Juglans neotropica* Diels., and its relationship with the chemical properties of the soil in Valladolid parish, Zamora Chinchipe province, Ecuador.

Jhuliana Xiomara Valverde – Rodríguez

Nohemí del Carmen Jumbo – Benítez

Paulina Vanesa Fernández – Guarnizo

Julia Beatriz González-Rogel

Diana Paulina Iñiguez – Ordoñez

Darwin Alexander¹ Pucha – Cofrep

**Cosecha y poscosecha de flor de jamaica y hierba luisa orgánica en el sector “la era”
del canton Catamayo, provincia de Loja**

Harvest and post-harvest of jamaica flower and lemongrass in “La Era” sector of the
Catamayo canton, Loja province

Marina Elizabeth Esparza-Aguilar¹, * Wilson Rolando Chalco-Sandoval¹

¹Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables - UNL

*Correo electrónico: wilson.chalco@unl.edu.ec

RESUMEN

La necesidad de llevar un manejo de cosecha y poscosecha de plantas aromáticas por parte de los productores cada vez es más alto, sin embargo, existen limitaciones para llevar a cabo estos procesos, de ahí que se ha propuesto como objetivo principal el mejoramiento del manejo cosecha y poscosecha de hierbas aromáticas orgánicas, para lo cual se realizó un diagnóstico mediante la aplicación de encuestas a los agricultores, donde se identificó algunos inconvenientes sobre el tema, y la necesidad de implementar un buen manejo de cosecha y poscosecha para la flor de jamaica y hierba luisa; en base a estos resultados se procedió a realizar pruebas preliminares con materia fresca y diferentes tipos de envasado, almacenados a temperaturas entre 6,9 y 7,9 °C, a continuación, se establecieron los tratamientos definitivos y se evaluó las características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas; con estos resultados se definió que la flor de jamaica envasada en saco de rafia más bolsa de polipropileno con 6 agujeros y refrigerada a temperaturas entre 6,9 y 7,9 °C, conservo las características de calidad durante 16 días; mientras que, la hierba luisa envasada en balde de 20 litros y almacenada al mismo intervalo de temperatura, tuvo un tiempo de vida útil de 17 días. Los precios de venta al público ascienden a 1,99 y 0,53 USD para flor de jamaica y hierba luisa, respectivamente.

Palabras clave: Flor de Jamaica, Hierba Luisa, Cosecha y Poscosecha

ISSN N° 2708 - 9843

<https://doi.org/10.47840/ReInA20215>

Recibido: 15 de octubre 2020

Aceptado para su publicación: 03 de diciembre 2020

ABSTRACT

The need of carrying a harvest and post-harvest management by the producers of aromatic plants is each time higher, however, since there are limitations to carry out these processes, the improvement of harvest and post-harvest management of organic aromatic herbs has been proposed as a main objective, for which a diagnosis was made through the application of surveys to farmers, where some inconveniences on the topic were identified as well as the need of making a good harvest and post-harvest management for both Jamaica (Hibiscus) flower and lemongrass; based on these results, preliminary tests were made with fresh material and different packing types, stored at temperatures between 6.9 and 7.9 °C, then, definitive treatments were established and organoleptic, physicochemical and microbiological characteristics were evaluated; with these results it was determined that Jamaica flower packed in a raffia and polypropylene sack with 6 holes and refrigerated at temperatures between 6.9 and 7.9 °C, preserved quality characteristics for 16 days; meanwhile, lemongrass packed in a 20 liter bucket and stored at the same temperature interval, had a useful lifetime of 17 days. Retail prices go up to 1.99 and 0.53 USD for Jamaica flower and lemongrass, respectively.

Key words: Jamaica Flower, Lemongrass, Harvest and Post-Harvest.

INTRODUCCIÓN

La flor de jamaica a nivel mundial es muy utilizada gracias a sus diferentes propiedades y múltiples beneficios medicinales y culinarios. Y la hierba luisa actualmente es una de las plantas con escala comercial más cotizada en el mercado mundial, gracias a la variedad de compuestos terpénicos contenidos en su aceite esencial (Juárez et. al., 2013)

En América Latina uno de los problemas más comunes que enfrentan los productos agrícolas es la pérdida de calidad con el tiempo, desde la etapa de cosecha hasta el consumo final (Reyes, 2012). Conforme pasan los años la necesidad de producir más alimentos de calidad e inocuos, obliga al uso de tecnologías que contribuya a lograr estos objetivos, sin embargo, los productores tienen recursos limitados, lo cual dificulta el acceso a estas tecnologías (Ortiz y Valdez, 1993). En Ecuador se ha venido observando algunas limitantes, en las etapas de cosecha y poscosecha de productos agrícolas entre las cuales tenemos:

restricciones para lograr grandes volúmenes de producción debido a las limitaciones de recursos con que cuentan los productores y grandes pérdidas durante la cadena de valor de los alimentos, lo que ocasiona disminución de los ingresos por la venta de los productos agrícolas (Idrovo 1996).

La Era es un barrio de la parroquia de El Tambo perteneciente a la provincia de Loja, que se identifica por ser un sector productor de frutas, hortalizas y hierbas aromáticas, sin embargo, los agricultores no cuentan con suficiente conocimiento sobre el manejo de cosecha y poscosecha de los cultivos, por lo que se ve limitada la venta a mercados donde pueden ofrecer mejores ingresos. Por lo antes expuesto, con esta investigación se pretende contribuir a que los agricultores cuenten con un adecuado manejo de cosecha y poscosecha para las hierbas aromáticas, que permitan reducir las pérdidas y mejorar la calidad e inocuidad de los productos, mediante el uso de tecnologías y/o métodos adecuados que pudieran los

agricultores aplicar en cualquier etapa desde la cosecha hasta la comercialización.

Con el logro de este objetivo se pretende por un lado que los productores implementen estas técnicas que permitan comercializar las hierbas aromáticas con mejores características, a los mercados locales y potencialmente a los internacionales, siendo estos últimos los que ofrecen mejores condiciones en cuanto al precio de los productos, permitiendo incrementar la economía familiar y con ello aportar a mejorar la

calidad de vida de los agricultores y sus familias.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el sector La Era del cantón Catamayo de la provincia de Loja, perteneciente a la zona 7 del Ecuador; el sector está ubicado geográficamente en el sistema de coordenadas planas 688381.32 m E – 9543902.75 m N, en la figura 1 se presenta el mapa de ubicación donde se observa la provincia de Loja, el cantón Catamayo y el sector La Era.

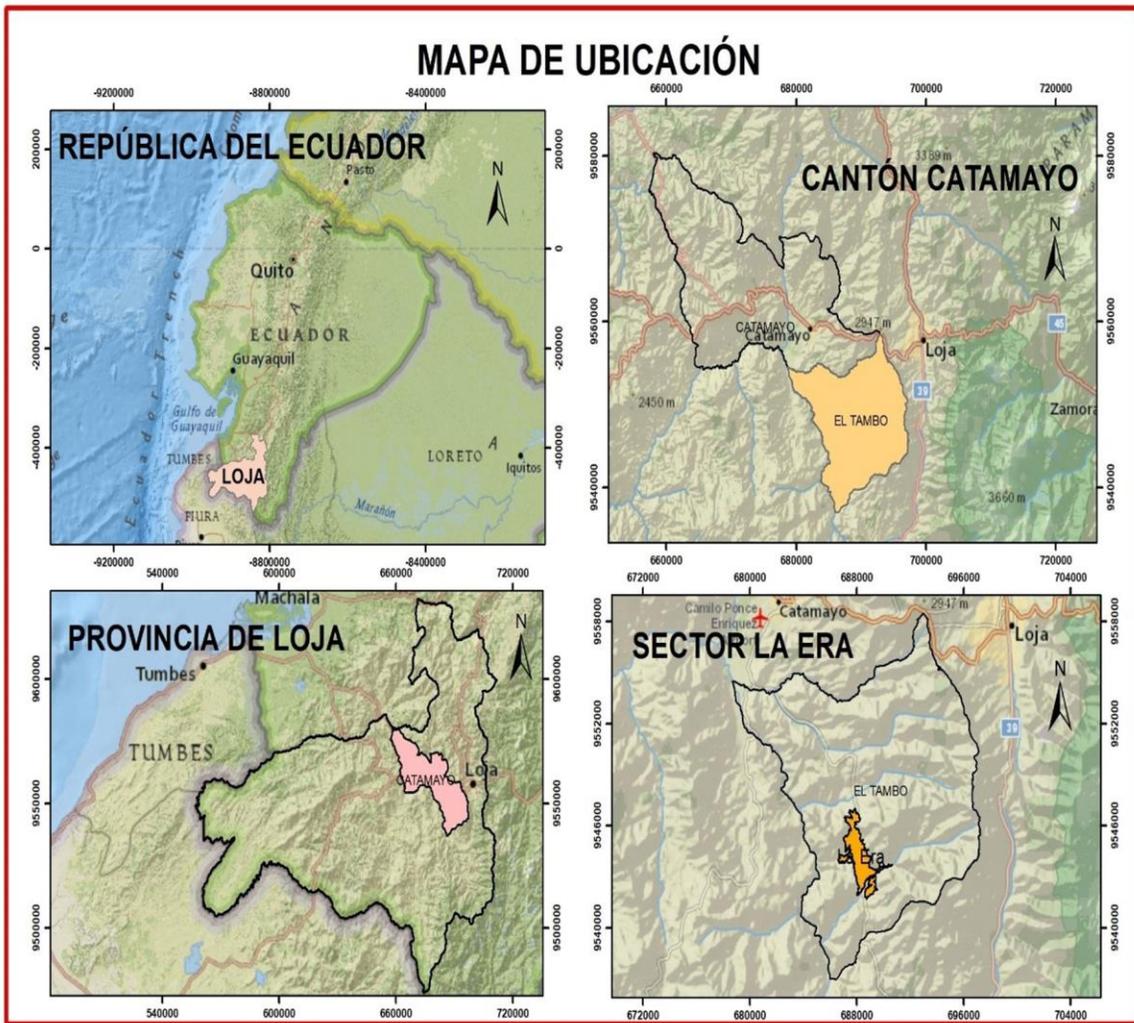


Figura 1 Mapa de ubicación del sector La Era, perteneciente al cantón Catamayo de la provincia de Loja

Para llevar a cabo la presente investigación se realizó la recolección de información primaria a través de una encuesta a 16 agricultores sobre el manejo cosecha y poscosecha de flor de jamaica y hierba luisa; se realizaron pruebas preliminares para determinar el tiempo de conservación en refrigeración y evaluar la calidad de los productos a través de un análisis organoléptico con la escala hedónica de cinco puntos (ver tabla 1); se realizaron pruebas con 14 tipos de envases, los que se describen a continuación: fundas de polipropileno (cerrada totalmente, con agujeros redondos y lineales), saco de rafia

(cerrado, con agujeros redondos y lineales), canasta de plástico (recubierta de papel film y cerrada y con agujeros redondos), canasta de plástico cubierta solo la parte superior con papel film, canasta de plástico dentro de una funda de polipropileno (con 6 agujeros de 1.3 cm de diámetro) fundas de polipropileno con 6 agujeros (de 1.3 cm de diámetro solas y con saco de rafia) fuentes herméticas de tupperware (sola y recubierta con un saco de rafia de color negro) y por último en balde de 20 litros con tapa. los tratamientos realizados en esta actividad se llevaron a cabo a una temperatura de refrigeración de 6,9 y 7,9 °C.

Tabla 1
Escala Hedónica para la evaluación organoléptica

Valoración de la escala	Atributos organolépticos		
	Color	Apariencia	Olor
Flor de jamaica			
5	Rojo oscuro intenso	Muy firme	Muy intenso
4	Rojo oscuro poco intenso	Firme	Medio intenso
3	Rojo claro	Poco firme	Suave
2	Rojo muy claro	Poco blanda	Medio suave
1	Rojo pálido	Muy blanda	Muy suave
Hierba luisa			
5	Verde intenso	Muy firme	Muy intenso
4	Verde ligeramente oscuro	Firme	Medio intenso
3	Verde ligeramente amarillo	Poco firme	Suave
2	Verde amarillento	Poco blanda	Medio suave
1	Café	Muy blanda	Muy suave

Después de haber realizado el análisis organoléptico de las pruebas preliminares,

se precedió a establecer los tratamientos definitivos, para lo cual se tomó en cuenta

las pruebas preliminares que tuvieron mejor comportamiento durante la refrigeración, para el caso de flor de jamaica se utilizó canasta más bolsa plástica con 6 agujeros (tratamiento T1) y saco más bolsa con 6 agujeros (tratamiento T2); y en el caso de la hierba luisa se utilizó saco más bolsa con 6 agujeros (tratamiento T1) y balde de 20 litros (tratamiento T2); debido a que conservaron las características organolépticas durante mayor tiempo.

A estos tratamientos se les realizó el manejo poscosecha: selección y limpieza, envasado y almacenamiento (ver figura 2); además, se llevó a cabo una valoración organoléptica de sabor, olor y textura desde el inicio y hasta el final del almacenamiento; también, se realizó el análisis físico-químico de acidez, carbohidratos, proteína, ceniza y contenido de humedad; y análisis

microbiológico para el cual se utilizó placas petrifilm de *Salmonella*, coliformes totales, *Escherinchia coli*, mohos y levaduras, tanto en tiempo inicial como final.

Tomando en cuenta los resultados de los análisis organoléptico, físico-químico y microbiológico de los tratamientos definitivos, se establece que los mejores tratamientos son: en el caso de la flor de jamaica corresponde al producto envasado en saco de rafia más bolsa de polipropileno con 6 agujeros y almacenado durante 16 días a temperaturas entre 6,9 y 7,9 °C; y para la hierba luisa se estableció que el envasado en balde de 20 litros y almacenado en refrigeración a temperaturas entre 6,9 y 7,9 °C, fue el mejor tratamiento ya que conservo las características de calidad durante 17 días.

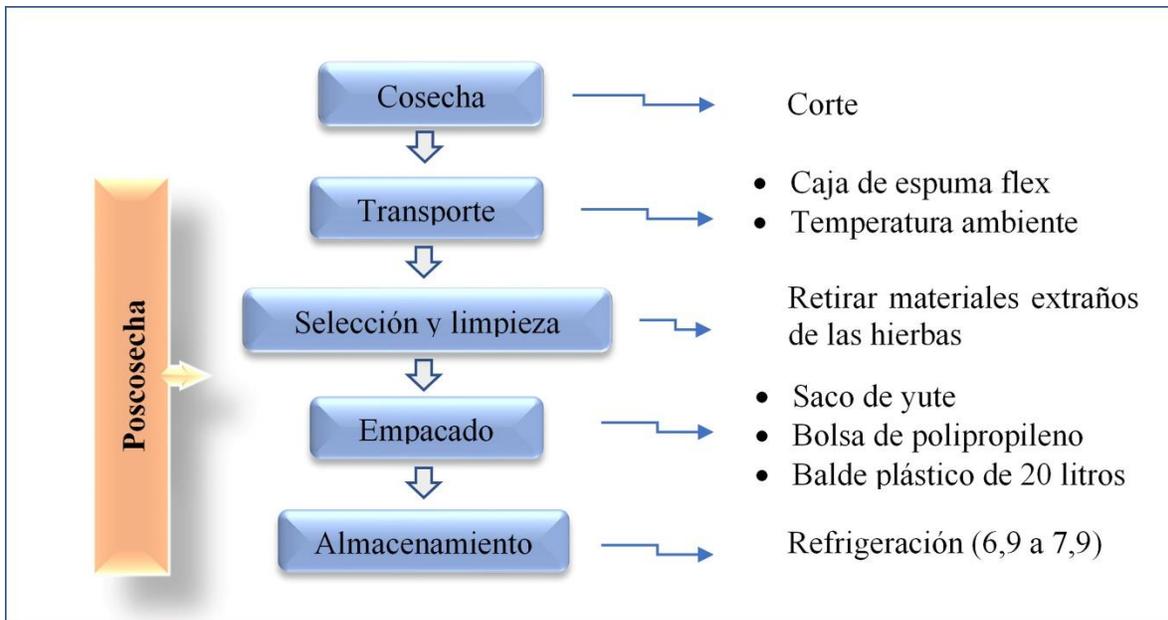


Figura 2 Etapas de manejo cosecha y poscosecha de flor de jamaica y hierba luisa

Por último, tras haber definido los mejores tratamientos para cada una de las hierbas aromáticas se procedió a

determinar los costos variables de producción tomando en cuenta los insumos, materiales y mano de obra

necesarios para producir de 454 gramos de flor de jamaica y hierba luisa; posteriormente, se determinaron los precios de venta, tomando en cuenta un 23 % de utilidad; y finalmente, se realizó una comparación de los precios obtenidos con los productos que se venden en los mercados de la localidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante el diagnóstico de manejo cosecha y poscosecha realizado a los productores, se identificó algunos problemas que tienen los agricultores en la cosecha y poscosecha de flor de jamaica y hierba luisa; como son la falta de tecnificación para lograr un buen manejo cosecha y poscosecha, ya que a la hora de la cosecha mantienen sus productos expuestos durante varias horas al sol y esto puede ocasionar daños en los productos y pérdida de calidad, así mismo, en la hierba luisa Quispe (2004) indica que el producto debe transportarse al centro de acopio lo más pronto posible, ya que el cultivo no debe permanecer en el lugar de la cosecha por mucho tiempo expuesto al sol ya que este podría deteriorarse y perder su calidad. También el 50 % de los productores realiza la cosecha durante todo el día en el caso de la hierba luisa, sin embargo en Santo Domingo de los Tsáchilas según Solórzano (2012) en su investigación sobre hierba luisa señala que debe cortarse en horas de la mañana, argumentado que en ese momento las hojas se encuentran más vigorosas; del mismo modo en una investigación realizada en Perú, se determinó que para obtener una mejor calidad de la hierba luisa se recomienda que la cosecha se debe realizar en horas de la mañana para evitar que las hojas se deshidraten (Quispe, 2004).

Además, los recipientes utilizados como sacos y lonas para la cosecha no son los adecuados, aparte que estos están directamente en contacto con el suelo, aunque en el Salvador así como en La Era el almacenado de la flor de jamaica también se realiza en sacos completamente secos para mejorar las conservación (Martínez et. al., 2007). Sin embargo, Ramírez & Nicholls (2014) indican que la flor de jamaica puede ser cosechada en canastas de plástico o mimbre; del mismo modo, el IICA (2004) señala que la cosecha se debe recoger en canastas o cajillas de plástico para evitar daños físicos. Por otro lado, los productores almacenan sus productos en los patios de sus hogares y no realizan ninguna etapa de manejo poscosecha a sus productos por la falta de una infraestructura adecuada para estos procesos.

Para la ejecución del segundo objetivo se establecieron los tratamientos definitivos a través de los resultados que se obtuvieron de las mejores pruebas preliminares tomando en cuenta los aspectos organolépticos de color, sabor y olor. Las pruebas que presentaron menos síntomas de deterioro y que se conservaron durante mayor tiempo para la flor de jamaica fueron canasta más bolsa plástica con 6 agujeros y saco más bolsa con 6 agujeros que se conservaron durante 18 y 16 días; los síntomas que presentaron fueron deshidratación, marchitez, cambio de coloración y acumulación de vapor de agua debido a la transpiración y respiración del producto.

En el caso de la hierba luisa las mejores pruebas fueron saco más bolsa con 6 agujeros y balde de 20 litros conservándose durante 16 y 18 días,

respectivamente, presentando deshidratación y cambio de coloración en las puntas de las hojas.

Con los resultados anteriormente descritos se establecieron los tratamientos definitivos para luego realizar los análisis organolépticos, físico-químico y microbiológico tanto de flor de jamaica como hierba luisa; cuyos resultados se muestran a continuación.

Análisis organoléptico

En la tabla 2 se observa los resultados obtenidos aplicados en los tratamientos definitivos y los testigos, los cuales son canasta más bolsa con 6 agujeros (tratamiento T1) y saco más bolsa con 6 agujeros (tratamiento T2) de flor de jamaica, donde el tiempo de almacenamiento en el caso de los testigos fue de 6 días, para el tratamiento T1 fue de 15 días en refrigeración a temperaturas que variaron entre 6,9 y 7,9 °C, sin embargo, el tratamiento T2 se conservó durante 16 días en refrigeración en el mismo rango de temperaturas anteriormente descrito; con relación a los valores que se observan en los respectivos atributos organolépticos se puede establecer que existe una disminución durante el tiempo de almacenamiento de cada tratamiento y los tres tratamientos presentaron deshidratación y marchitamiento; en el testigo las variaciones se presentaron debido al contacto directo con las condiciones atmosféricas del refrigerador y en los T1 y T2 debido a la transpiración y respiración del producto. Así mismo, otros autores demostraron que la pérdida de calidad en las hierbas se da por la transpiración, y a causa de esto se produce una disminución en el contenido de humedad, provocando marchitez y deshidratación del producto (López et. al., 2014).

En la tabla 3 se muestran los datos de los resultados obtenidos de los tratamientos saco más bolsa con 6 agujeros (tratamiento T1) y balde de 20 litros (tratamiento T2) y los testigos de hierba luisa, y el tiempo de almacenamiento en los testigos fue de 6 días presentando deshidratación y cambio de coloración, para el tratamiento T1 fue de 16 días en refrigeración a temperaturas de 6,9 y 7,9 °C, mientras que, el tratamiento T2 el tiempo de almacenamiento fue de 17 días en refrigeración al mismo rango de temperaturas que el T1; los síntomas que presentaron ambos tratamientos fueron de deshidratación producido por la respiración y transpiración de la hierba luisa y cambio de coloración en la punta de las hojas debido al efecto del etileno y a la acumulación de humedad en los envases con un sistema cerrado. En literatura encontramos otros autores que sostienen lo antes mencionado, tal es así que, Moré & Melero (2013) sostienen que el cambio de coloración de las hierbas se producen por la acumulación de etileno, este comportamiento es más pronunciado en productos como la hierba luisa, ya que esta es muy sensible al etileno; así mismo Cantwell & Reid (2001) indican que los valores de producción de etileno en hierbas, varían de acuerdo a las temperatura de almacenamiento; también estudios en Colombia donde se observa comportamientos similares en hierbas, como por ejemplo la albaca, que presenta cambios en la coloración debido a la alta producción de etileno, lo que ocasiona una maduración acelerada y por ende menos tiempo de vida útil (Naranjo 2013).

En cambio, la deshidratación se produjo por la respiración y transpiración de la hierba luisa mientras que el cambio de coloración se debe al efecto del etileno y

Cosecha y poscosecha de flor de jamaica y hierba luisa orgánica en el sector “la era” del canton Catamayo, provincia de Loja

a la acumulación de humedad en los envases con un sistema cerrado.

Tabla 2

Resultados de análisis organoléptico de los tratamientos definitivos de flor de jamaica

Tiempo (días)	Color			Olor			Apariencia		
	Testigo	T1	T2	Testigo	T1	T2	Testigo	T1	T2
0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	5,0
3	3,9	4,8	4,8	3,7	4,7	4,8	3,8	4,8	4,9
6	3,1	4,4	4,5	3,2	4,4	4,5	3,1	4,6	4,6
9		4,1	4,3		4	4,3		4,1	4,2
12		3,5	3,8		3,6	4		3,5	3,8
15		3,1	3,2		3,2	3,6		3,1	3,4
16			3,0			3,2			3,2

Tabla 3

Resultados de análisis organoléptico de los tratamientos definitivos de hierba luisa

Tiempo (días)	Color			Olor			Apariencia		
	Testigo	T1	T2	Testigo	T1	T2	Testigo	T1	T2
0	5,0	4,9	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9
3	4,0	4,7	4,8	3,9	4,9	5	3,8	4,9	4,8
6	3,2	4,4	4,6	3,1	4,6	4,7	3,2	4,5	4,6
9		4,1	4,2		4,2	4,4		4,3	4,3
12		3,8	3,9		3,8	4,1		4	4
15		3,3	3,6		3,4	3,7		3,6	3,6
16		3,0	3,3		3,1	3,4		3,2	3,4
17			3,1			3,2			3,2

Análisis físico-químico

En la tabla 4 se detallan los resultados del análisis físico-químico de flor de jamaica. Los resultados del contenido de humedad en el caso del T1 y T2 para Tf la humedad disminuye hasta 84,66 y 85,17 %, respectivamente; mientras que para el testigo a Tf la disminución es mucho más notable obteniendo un valor de humedad de 76,63 %, lo cual es ocasionado por la pérdida de agua producido por el contacto directo de la muestra con las condiciones de humedad y temperatura del refrigerador; así mismo, resultados similares a los de la presente investigación fueron observados por otros investigadores, por ejemplo, López (2017) determinó que el contenido de humedad de la flor de jamaica es de 86,51 %, igualmente, Ardila y García (2015) y Márquez, (2008) mencionan en su investigación que los resultados obtenidos en los análisis de contenido de humedad en flor de jamaica es de 87,92 %.

En cuanto al contenido de cenizas, proteína y carbohidratos se observa en los resultados obtenidos en los tratamientos definitivos a To y Tf de almacenamiento, que existe un aumento en todos los tratamientos, con la consideración de que el testigo presenta un incremento mayor en relación a los valores de los tratamientos T1 y T2; este comportamiento se debe a la disminución del contenido de agua ocasionado por la deshidratación que sufren las muestras durante el almacenamiento, lo que

provoca un aumento del contenido de la materia seca (cenizas, proteína y carbohidratos), este efecto se observa con mayor intensidad en el caso del testigo, debido a que estuvo más expuesto a las condiciones del aire atmosférico.

Así mismo, en bibliografía encontramos otros autores que han realizado el análisis físico-químico de la flor de jamaica, cuyos resultados son iguales o ligeramente superiores a los determinados en esta investigación; González y Sandoval (2015) determinaron que el porcentaje de cenizas para esta hierba aromática es de 0,9 % y en el caso de las proteínas es de 2,0 %; así mismo, López (2017) y Llamuca (2018) determinaron que el contenido de cenizas es de 0,83 % y proteína de 1,84 %; por otro lado, Márquez (2008) manifiesta que los carbohidratos de este producto varían entre 10,0 y 12,0 %.

En cuanto al porcentaje de acidez de la flor de jamaica se observa que existe diferencias entre los valores del tiempo inicial y final de almacenamiento, esta disminución de la acidez se debe al incremento del color y el incremento del estado de maduración del producto durante el almacenamiento; en este sentido, Torres et. al. (2013) observó un descenso de la acidez en maracuyá, papaya y plátano, atribuyéndolo al aumento del estado de madurez de estas frutas, específicamente describió que esto se debe a la conversión de los ácidos en sales, originando un efecto amortiguador en los jugos de las frutas.

Tabla 4
Análisis físico-químico de flor de jamaica

Tratamiento	Contenido de humedad (%)		Cenizas (%)		Proteína (%)		Carbohidratos (%)		Acidez titulable	
	To	Tf	To	Tf	To	Tf	To	Tf	To	Tf
Testigo	88,22	76,63	0,93	1,85	1,75	3,46	9,10	18,06	5,47	4,25
T1	89,32	84,66	0,94	1,35	1,75	2,51	7,99	11,48	5,62	4,10
T2	88,71	85,17	0,94	1,23	1,75	2,29	8,60	11,31	5,62	4,32

En la tabla 5 se observa los resultados del análisis físico-químico de hierba luisa

En el porcentaje del contenido de humedad en el tratamiento T1 se observó poca variación con respecto al To y Tf, presentando valores de 75,25 a 74,71 %, respectivamente; este comportamiento es ocasionado por el tipo de envase aplicado al producto, que para este tratamiento fue de saco más bolsa de polipropileno con 6 agujeros, este sistema favorece el intercambio moderado de gases entre el producto y la atmósfera, por lo que se evita la pérdida y condensación de humedad de la hierba luisa.

En el caso de los tratamientos T2 y el testigo la diferencia en el contenido de humedad para To y Tf fue mucho mayor, como se observa en la tabla 36; la pérdida de humedad del testigo es debido como se comentó anteriormente a la exposición prolongada de la hierba luisa a las condiciones atmosféricas del refrigerador; mientras que en el T2 la variación en los valores de humedad se dieron debido a que el producto fue envasado en un balde hermético, produciendo acumulación de

vapor de agua en el sistema envase-producto y por lo tanto, pérdida de humedad.

Así mismo, en esta tabla también se observa que el porcentaje de cenizas, proteína y carbohidratos; tiene un comportamiento contrario al contenido de agua, lo cual se debe a la disminución de la humedad y aumento de la masa seca de un producto durante el almacenamiento, si uno de estos disminuye el otro aumenta, en este caso el primero de ellos disminuye y el contenido de cenizas, proteína y carbohidratos incrementa (Cerquera et. al., 2013).

Así mismo, en la acidez de hierba luisa se observó una pequeña disminución desde el To a Tf, en todos los tratamientos, este comportamiento se debe al mismo mecanismo que se explicó anteriormente para el caso de la flor de jamaica, es decir, al proceso de síntesis de los ácidos en sales durante el almacenamiento de producto.

Tabla 5
Resultados del análisis físico-químico de hierba luisa

Tratamiento	Contenido de humedad (%)		Cenizas (%)		Proteína (%)		Carbohidratos (%)		Acidez titulable	
	To	Tf	To	Tf	To	Tf	To	Tf	To	Tf
Testigo	75,52	70,90	0,95	1,13	2,13	2,53	21,40	25,44	2,07	1,50
T1	75,24	74,71	0,86	0,88	2,01	2,05	21,90	22,37	2,03	1,28
T2	75,12	71,53	0,92	1,06	2,07	2,37	21,89	25,05	2,11	1,39

Análisis microbiológico

En los análisis microbiológicos realizados a la flor de jamaica y hierba luisa se pudo observar que no existió la presencia de microorganismos patógenos para ninguno de los tratamientos definitivos, tanto para flor de jamaica como para la hierba luisa a To y Tf de almacenamiento; estos resultados se deben a la calidad que tienen las hierbas aromáticas al momento de realizar la cosecha y a las buenas prácticas agrícolas que aplican los agricultores durante la fase de producción, por ejemplo, como se evidenció en las encuestas los productores no están aplicando ningún abono o insumo que pudiera contaminar biológicamente a las hierbas aromáticas.

Costos de producción

En las tablas 6 y 7 se observan los costos variables de producción para elaborar 454 gramos de flor de jamaica y hierba luisa, cuyos valores son de 1,61 y 0,43 USD, respectivamente, además, se determinó que el precio de venta al público para la

flor de jamaica y hierba luisa es de 1,99 y 0,53 USD, respectivamente.

Además, con el propósito de tener una aproximación de la rentabilidad de estos productos, se realizó una comparación entre los precios determinados para los productos de estudio y los investigados en los mercados mayoristas de la ciudad de Loja, los cuales fueron de 1 y 2 dólares americanos para una libra de hierba luisa y de flor de jamaica, respectivamente.

Tabla 6

Resultados de los costos variables de producción de flor de jamaica en saco más bolsa de polipropileno con 6 agujeros

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
1	Flor de jamaica	g	454	0,0033	1,5000
2	Saco	U	1	0,0025	0,0025
3	Bolsa plástica	U	1	0,0050	0,0050
4	Mano de obra	min	3	0,0370	0,1110
Subtotal					1,6185
Utilidad (23%)					0,3723
Precio de venta al público (PVP)					1,9908

Tabla 7

Resultados de los costos variables de producción de hierba luisa en balde de 20 litros

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
1	Hierba luisa	g	454	0,0006	0,3000
2	Balde	U	1	0,021923	0,0219
3	Mano de obra	min	3	0,0370	0,1110
Subtotal					0,4329
Utilidad (23%)					0,0996
Precio de venta al público (PVP)					0,5325

CONCLUSIONES

Con el diagnóstico de la cosecha y poscosecha de flor de jamaica y hierba luisa orgánica provenientes del sector La Era, se ha determinado que los productores no aplican ninguna de las etapas que conforman estos procesos, además, no aplican agroquímicos a las hierbas aromáticas antes mencionadas.

Con los resultados obtenidos en los tratamientos considerados en la investigación se estableció un plan de manejo cosecha y poscosecha de flor de jamaica y hierba luisa, en el cual se determinó que la flor de jamaica envasada en saco de rafia más bolsa de polipropileno con 6 agujeros y refrigerada a temperaturas entre 6,9 y

7,9 °C, conservo las características de calidad durante 16 días; mientras que, la hierba luisa se envaso en balde de 20 litros y fue almacenada a la misma temperatura que la flor de jamaica, tuvo un tiempo de vida útil de 17 días.

Se determinó que el precio de venta al público de 454 gramos (1 libra) de flor de jamaica asciende a 1,99 dólares americanos, el cual es similar al precio que se vende en el mercado (2,0 dólares); mientras que, en el caso de la hierba luisa este valor ascendió a 0,53 dólares americanos, que comparados con 1 dólar que es el precio que se vende en el mercado, es rentable la venta de esta hierba con esta tecnología.

En la actualidad, la hierba luisa se comercializa mayoritariamente como producto deshidratado destinado a la extracción de aceites esenciales, y por este motivo Reino Unido y Taiwán pagan por un quintal aproximadamente entre 450 y 877 dólares americanos, respectivamente; y en Brasil o Francia

los valores están sobre los 1.000 y 2.500 dólares USD por quintal (García, 2004). Como se observa los precios a nivel internacional del producto son mucho más altos que en el sector de estudio, lo cual representa una oportunidad de exportación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ardila, L. y García, M. (2015). Elaboración de una bebida refrescante a base de flor de jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*) en la ciudad de Bucaramanga (Tesis de grado). 92. Recuperado de <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2015/156292.pdf>
- Cantwell, M., y Reid, M. (2001). Hierbas frescas culinarias. Vegetables Produce Facts Spanish. Postharvest Center. Recuperado de http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Vegetables_Spanish/?uid=20&ds=803
- Cerquera, N. E., Parra, A., y Camacho, J. H. (2013). Determinación de variables de secado en lámina para la deshidratación de pulpa de maracuyá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6(2), 172-182. Recuperado de <https://doi.org/10.17584/rcch.2012v6i2.1975>
- García, D. (2004). Plan de negocios para el montaje de una planta de extracción de aceites esenciales de limoncillo (*Cymbopogon citratos*) y citronella (*Cymbopogon nardus*) en el norte de Caldas, (Tesis de grado). Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/2811>
- González, Y. M., y Sandoval, E. N. (2015). Elaboración de vino de flor de jamaica (*Hibiscussabdariffa*) en el periodo marzo-diciembre 2015 (Tesis de grado). Recuperado de <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/bitstream/123456789/5323/1/231468.pdf>
- Idrovo, S. (1996). Problemática de la pre y post-cosecha de frutales en Ecuador. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XL2012001127>
- Juárez, R. CR., Aguilar, C. JA., Juárez, R. M., Bugarín, M. R., Juárez, L. P., y Cruz, C. E. (2013). Hierbas aromáticas y medicinales en México: Tradición e innovación. *Revista Bio Ciencias*, 11. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/25802967.pdf>
- Llamuca, A. E. (2018). Extracción de colorantes naturales de jamaica (*Hibiscus sabdariffa*), mora andina (*Rubus glaucus*) y uva (*Vitis vinifera*) para el uso en la industria de alimentos, 95, (Tesis de grado) Escuela Superior

- Politécnica de Chimborazo.
Recuperado de
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8904>
- López, C. G. (2017). Estudio de estabilidad de los antioxidantes del vino de flor de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L) en el almacenamiento, 193 (Tesis de grado) Universidad Tecnológica Equinoccial. Recuperado de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/16679/1/68767_1.pdf
- López, E., Martínez, M. T., Colinas, M. T., Martínez, J., y Rodríguez, J. E. (2014). Calidad poscosecha de albahaca «Nufar» (*Ocimum basilicum* L.) en condiciones de refrigeración. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 20(2), 187-200. Recuperado de <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2013.08.026>
- Márquez, S. O. (2008). Composición en macronutrientes, minerales y metales pesados en cálices de jamaica cultivada en el estado Monagas. *Revista Voces: Tecnología y pensamiento*, 3(1-2), 15. Recuperado de <http://revistavoces.org.ve/docu/voces3-art4.pdf>
- Martínez, E, Pérez, S., y Valle, G. (2007). Estudio de mercado y viabilidad técnica operativa para la producción del cáliz de flor de jamaica en el cantón Santa Teresa, Municipio de San Sebastián, Departamento de San Vicente. Y su distribución en los principales centros de comercio en la zona metropolitana de San Salvador. (Tesis de grado)
- Recuperado de
<http://ri.ues.edu.sv/10814/1/T-658%20P438e.pdf>
- Moré, E., y Melero, R. (2013). Transformación de plantas aromáticas y medicinales. *Innovación y Transferencia para el Desarrollo Rural*, 34. Recuperado de <http://pam.ctfc.es/docs/ficha%20TRANSFORMACION%20PAM.pdf>
- Naranjo, A. A. (2013). Evaluación de la actividad diurética y cuantificación de polifenoles de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) cultivada en Pomona Pastaza-Ecuador, (Tesis de grado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2693/1/56T00396.pdf>
- Ortiz, O., y Valdez, A. (1993). Enfoque de sistemas y metodología participativa para desarrollar medios escritos de comunicación agrícola. El caso de la papa en la agricultura de subsistencia. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 103-121. Recuperado de <http://papaslatinas.org/index.php/rev-alap/article/view/62>
- Ramírez, J. A., y Nicholls, J. E. (2014). Usos y aplicaciones medicinales e industriales de la flor de Jamaica. (Tesis de grado) Recuperado de <http://repository.unad.edu.co/handle/10596/2727>
- Reyes, G. (2012). Problemas estructurales de empresas del sector agrícola y subsidio recurrente a otros sectores

económicos en América Latina.
26 (Tesis de grado). Recuperado
de
[https://core.ac.uk/download/pdf/
34065043.pdf](https://core.ac.uk/download/pdf/34065043.pdf)

Solórzano, N. M. (2012). Elaboración
de té de hierba luisa y albahaca
amarilla mediante el control de
tiempo y temperatura de secado
en un estado óptimo de cosecha
UTE Campus Santo Domingo
2010. (Tesis de grado), 208.
Recuperado de
[http://repositorio.ute.edu.ec/hand
le/123456789/19079](http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/19079)

Torres, R., Montes, E. J., Pérez, O. A.,
& Andrade, R. D. (2013).
Relación del Color y del Estado
de Madurez con las Propiedades
Fisicoquímicas de Frutas
Tropicales. Información
tecnológica, 24(3), 51-56.
Recuperado de
[https://doi.org/10.4067/S0718-
07642013000300007](https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000300007).

Vallecillo, M., & Gómez, E. (2004).
Cultivo de la rosa de jamaica
Hibiscus Sabdariffa L: perfil de
proyecto. Nicaragua. IICA.

Determinación del contenido de taninos extraído de la vaina de la tara (*Caesalpinia spinosa*) proveniente del barrio el portete, cantón Gonzanamá de la provincia de Loja

Determination of the tannin content extracted from the tara sheath (*Caesalpinia spinosa*) from the Portete neighborhood, Gonzanamá canton of the province of Loja

Yazmin Isabel Camacho- Gahona¹; Oscar Rodrigo Ordoñez- Gutiérrez² Wilson Rolando Chalco- Sandoval^{2*}

¹Egresado Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables – UNL

²Docente Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables – UNL

*Correo electrónico: wilson.chalco@unl.edu.ec

RESUMEN

La tara (*Caesalpinia spinosa*) es una especie forestal originaria de Sudamérica, la cual presenta una gran potencialidad en la industria mundial en el campo de agroexportación y agroindustria, por el uso de sus derivados como taninos, mismo que tiene una demanda insatisfecha en el mercado al ser utilizado en industrias de curtiembre y alimentación; el trabajo de investigación se lo desarrolló en los meses de septiembre del 2019 a marzo del 2020 y tuvo como finalidad determinar la cantidad de taninos presentes en los frutos recolectados en el barrio El Portete, para ello se elaboró extractos acuosos por maceración y calentamiento, a los cuales se realizó los análisis organoléptico (color y olor) y físico – químico (pH y densidad), y, la cuantificación de taninos a cada extracto, considerando dos concentraciones de solución de permanganato de potasio (0,025 y 0,1 N). Los resultados muestran que las características organolépticas y físico – químicas de los extractos obtenidos por calentamiento y maceración no presentaron diferencias significativas entre ellas, excepto el pH que oscila entre moderadamente (3,7) y ligeramente ácido (4,3); en cuanto a la cuantificación de taninos se observa similitud entre los valores obtenidos con los dos métodos de extracción, sin embargo, existió diferencias entre los valores alcanzados con las dos concentraciones de permanganato de potasio, obteniendo los mejores rendimientos (52,5 %) a la concentración de KMnO₄ al 0,1 N.

Palabras claves: Potencialidad, Cuantificación de taninos, Concentraciones y Rendimiento.

ISSN N° 2708 - 9843

<https://doi.org/10.47840/ReInA20216>

Recibido: 15 de octubre 2020

Aceptado para su publicación: 03 de diciembre 2020

ABSTRACT

The tara (*Caesalpinia spinosa*) is a forest species native to South America, which presents a great potential in the world industry in the field of agro-export and agribusiness, for the use of its derivatives as tannins, which has an unmet demand in the market to be used in tanning and food industries; the present thesis project had the purpose of determining the amount of tannins present in the fruits collected in El Portete neighborhood, for this purpose, aqueous extracts were elaborated by maceration and heating, to which were made organoleptic (color and smell) and physical-chemical (pH and density) analyses, and, the quantification of tannins to each extract, considering two concentrations of potassium permanganate solution (0.025 and 0.1 N). The results show that the organoleptic and physicochemical characteristics of the extracts obtained by heating and maceration did not present significant differences between them, except for the pH that ranges from moderately (3,7) to slightly acid (4,3); as regards the quantification of tannins, there is a similarity between the values obtained with the two extraction methods; however, there were differences between the values reached with the two concentrations of potassium permanganate, obtaining the best yields (52,5 %) at the concentration of KMnO_4 at 0,1 N.

Keywords: Potentiality, Quantification of tannins, Concentrations and Yield.

INTRODUCCIÓN

La tara (*C. spinosa*) conocida también como guarango en Ecuador pertenece a la familia de las leguminosas, es una especie originaria de Sudamérica y se encuentra presente en diversas zonas áridas de Ecuador, Perú, Venezuela, Colombia, Bolivia hasta el norte de Chile (Ali, 2012; Romero, Fernández y Robert 2012; Vargas, 2015); cultivada principalmente en terrenos situados entre los 1.000 y 2.900 m.s.n.m. de altitud (Cabello, 2016; Skowyra, et al. 2014; Skowyra, et al. 2015). La tara (*C. spinosa*) presenta un gran potencial en la agroexportación y agroindustria debido a la diversidad de aplicaciones en varios campos de la industria mundial, los subproductos con mayor demanda son los taninos y gomas (Aguilar-Galvez, 2014; Sánchez-Martín, 2011). Perú es considerado el primer productor - exportador de productos y subproductos de tara (*C. spinosa*), abasteciendo en un 20% la demanda mundial que asciende a 100 mil toneladas aproximadamente (Bereche y

Casas, 2017); obteniendo una demanda insatisfecha del 80% (80 mil toneladas) (Melo, 2013; Guevara, 2014).

Según Fabara, 2012 debido al desconocimiento de las propiedades y potencialidades de la tara (*C. spinosa*), a nivel nacional y en la provincia de Loja se realiza la comercialización como materia prima, siendo la organización ASOAGROPISA (Asociación de Producción Agropecuaria Pisaca) encargada de acopiar la tara (*C. spinosa*) a productores y recolectores para su posterior exportación a empresas de Perú.

En base a lo antes mencionado, se presenta una oportunidad para darle un valor agregado a la tara (*C. spinosa*) mediante la elaboración de productos y subproductos, de modo que sean exportados a otros países que tienen gran demanda (Erazo, 2017; Rojas, 2016; Zarate, 2016). Por lo tanto, mediante la investigación se propone potenciar el mejoramiento y aprovechamiento de este cultivo, a

Determinación del contenido de taninos extraído de la vaina de la tara (Caesalpinia spinosa) proveniente del barrio el portete, cantón Gonzanamá de la provincia de Loja

través de la extracción y determinación de taninos de buena calidad provenientes de la tara (*C. spinosa*).

Para lograr el propósito antes mencionado, se ha planteado el estudio de dos métodos de extracción de taninos, los cuáles según bibliografía son de los más utilizados para este fin; así mismo, se realiza la cuantificación de taninos para determinar el contenido de este en las vainas de tara (*C. spinosa*).

Los resultados de la presente investigación servirán como referencia para la posible instalación y ejecución de una planta procesadora de productos y subproductos de tara (*C. spinosa*), entre ellos los taninos brindando así un valor agregado, permitiendo mejorar los

precios que actualmente se pagan, con lo cual, se incrementa los ingresos económicos y por ende la calidad de vida de los productores. El objetivo fue, contribuir a mejorar el aprovechamiento de la tara que se produce en el barrio El Portete, cantón Gonzanamá de la provincia de Loja

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el barrio El Portete, cantón Gonzanamá de la provincia de Loja; de acuerdo a la división política, limita al norte con Catamayo, al sur con el cantón Quilanga, al este con los cantones Loja y Catamayo; y, al oeste con los cantones Calvas y Paltas (fig. 1).

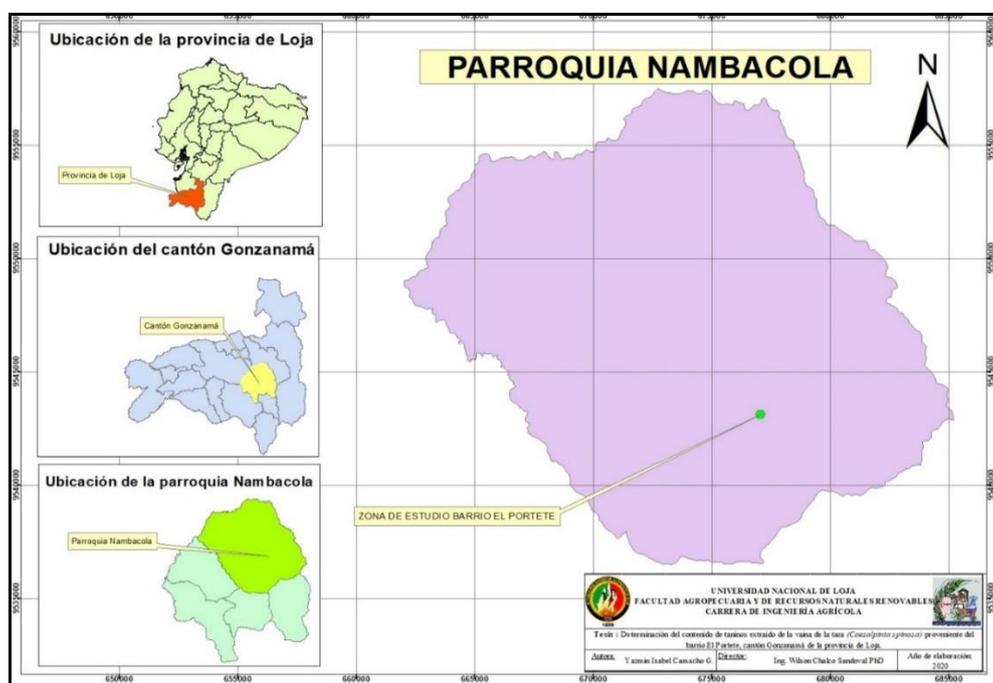


Figura 1: Ubicación geográfica de la zona de estudio

Preparación de muestras de tara

Se seleccionaron los frutos en buen estado, para ello se retiraron residuos extraños como: palos, semillas en mal estado, piedras, entre otros. Para obtener la harina de tara se separaron la fibra de la vaina, las semillas y el polvo, y se

efectuó una molienda fina de la vaina con ayuda de un molino y finalmente se filtró en un tamiz número 100.

Elaboración de extractos acuosos a partir de la harina de tara.

Se seleccionaron los métodos de extracción de taninos y luego se aplicaron estas técnicas de acuerdo a los

procedimientos que a continuación se describen:

Extracto acuoso por maceración

En la ejecución de esta actividad se pesaron 1 gramo de harina de tara (*C. spinosa*) y se colocaron en un matraz de 200 ml, a continuación, se adicionaron 175 ml de agua destilada y se cubrió la boca del matraz con parafilm, así mismo, se envolvió totalmente el matraz con papel aluminio y finalmente se almacenó en refrigeración ($\approx 4^{\circ}\text{C}$) durante 72 horas.

Una vez finalizado el tiempo de almacenamiento se procedió a realizar la filtración de extracto obtenido utilizando la bomba de vacío Millipore, luego se aforó el extracto resultante en un balón volumétrico a 250 ml con agua destilada, a continuación, se cubrió

la boca del balón con parafilm y se envolvió el resto del recipiente con papel aluminio, finalmente se almacenó refrigeración ($\approx 4^{\circ}\text{C}$).

Extracto acuoso por calentamiento

Para la elaboración del extracto por calentamiento se siguió el siguiente procedimiento: primero se pesó 1 g de harina de tara (*C. spinosa*), luego se colocó en un matraz y se adicionó 175 ml de agua destilada, seguido a esto se acondicionó en el soporte universal conjuntamente con una placa calefactora controlando su temperatura con un termómetro digital hasta llevar el extracto que se mantuvo fluctuando a temperaturas de $60 \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un lapso de 10 minutos; seguidamente, se filtró la mezcla utilizando un papel filtro, el extracto obtenido se colocó en un balón volumétrico y se aforó a 250 ml; finalmente, se envolvió el recipiente con papel aluminio y se colocó en el refrigerador.

Evaluación del color y olor del extracto de tara.

Para la evaluación del color del extracto de tara se utilizó la tabla de Munsell, en la cual se tomó en cuenta la tonalidad del extracto y se comparó con los colores de la tabla, una vez encontrado una similitud entre estas, se determinó el código y se definió el color del extracto de tara.

En el caso de la evaluación del olor del extracto de tara, se realizó una evaluación subjetiva por parte de tres investigadores en la que calificaron el grado de astringencia de las muestras evaluadas.

Determinación del pH.

Para la determinación del pH se colocó en un vaso de precipitación 25 ml del extracto obtenido en el procedimiento anterior, a continuación, se procedió a introducir el peachímetro de forma que el sensor quede sumergido en el extracto, y se registró el valor del pH según la lectura del peachímetro.

Determinación de la densidad del extracto de tara.

Para llevar a cabo esta actividad se realizó el siguiente procedimiento: primero se determinó la masa del agua, para lo cual se pesó el picnómetro vacío, luego se colocó agua destilada en este y nuevamente se pesó, con la diferencia de estos pesos se determinó la masa de agua aplicando la siguiente fórmula:

$$m_a = \text{Picnómetro}_{\text{agua}} - \text{Picnómetro}_{\text{vacío}}$$

En el segundo paso se determinó la masa del extracto, para esto se pesó el picnómetro vacío, a continuación, se llenó este con extracto de tara y nuevamente se realizó el pesado; así mismo, mediante la aplicación de la fórmula que se muestra a continuación se determinó la masa del extracto:

$$m_{\text{extracto}} = \text{Picnómetro}_{\text{extracto}} - \text{Picnómetro}_{\text{vacío}}$$

Una vez obtenido las masas de agua y extracto, se determinó la densidad del extracto de tara utilizando la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{m_{muestra}}{m_{agua}} * \rho_{agua}$$

Preparación de soluciones con diferentes concentraciones

En base a la revisión de literatura y con la finalidad de realizar una comparación de diferentes concentraciones de soluciones, se estableció la necesidad de preparar dos concentraciones, tanto de permanganato de potasio como de índigo carmín. A continuación, se describe los procedimientos para la preparación de estas soluciones:

En la preparación de la solución de permanganato de potasio al 0,025 N se siguió el siguiente procedimiento: primero se pesó 0,079 g de $KMnO_4$, luego se colocó en un balón de aforo con 100 ml de agua destilada, este mismo procedimiento se utilizó para preparar permanganato de potasio al 0,1 N con la particularidad que se pesó 0,3161 g de este reactivo; seguidamente, se preparó la solución índigo carmín (IC), que consistió en pesar 0,1 g de este reactivo, luego se colocó en un balón de aforo y se añadió 50 ml de agua destilada, a continuación, se adicionó 5 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) y 45 ml de agua destilada; de la misma forma se preparó la segunda solución de IC, para lo cual se consideró un peso de 0,6 g de este compuesto.

Valoración del extracto de tara

Para realizar esta etapa se siguió la siguiente metodología: del extracto elaborado se colocó 1 ml en un matraz de 250 ml, a continuación, se adicionó 5 ml de índigo carmín y 200 ml de agua destilada; luego se realizó la homogeneización de la solución, para lo cual se utilizó un agitador magnético con un imán que se colocó en el interior del matraz.

Para realizar la titulación de la muestra, se colocó la solución de permanganato de potasio ($KMnO_4$) en una bureta

graduada y se tituló la muestra hasta que la coloración azul cambió a un tono verde claro, luego, se siguió titulando gota a gota hasta que cambió de verde claro a amarillo y finalmente se registró el gasto de permanganato de potasio en mililitros.

Además, se realizó una titulación con permanganato de potasio en un blanco, el cual contenía 5 ml de índigo carmín y 200 ml de agua destilada, hasta que sucedió el cambio de coloración de azul a verde claro, a continuación, se siguió titulando gota a gota hasta obtener una coloración amarilla, igualmente se registró el gasto de permanganato de potasio.

Cuantificación de taninos mediante el método volumétrico.

Para la cuantificación de taninos se utilizó el procedimiento que establece Alnicolsa (2000-2003), el cual es elaborado en base al método cuantitativo - Adaptado del Método de la A.O.A.C. Edición 14 -1984, el mismo que consiste en calcular el gasto neto de $KMnO_4$, para ello se determinó la diferencia entre $KMnO_4$ gastado en la titulación de la muestra del extracto y del blanco; para realizar la determinación de gramos de taninos presentes en los extractos se tomó en cuenta la siguiente relación:

1 ml de permanganato de potasio al 0,1 N = 4,2 mg de taninos

En la determinación de los gramos de taninos por mililitro de $KMnO_4$, se multiplicó los gramos presentes en las dos concentraciones (0,1 y 0,025 N) por el gasto neto de $KMnO_4$ en la titulación; posteriormente se multiplicó por el volumen de extracto elaborado (250 ml) y por 100 para determinar el contenido de taninos en 100 gramos de muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación fueron los siguientes:

Recolección de los frutos de tara

Los frutos de tara fueron recolectados a partir de los árboles de tara provenientes de los productores del barrio El Portete del cantón Gonzanamá, la recolección se realizó tomando en cuenta homogeneidad en el tamaño, estado de madurez, coloración y sanidad de los frutos (fig. 2).



Figura 2: Frutos de tara recolectadas

Preparación de las muestras de tara

Se realizó la molienda y filtrado, obteniendo la harina de vaina de tara necesaria para realizar los procesos posteriores (fig. 3).



Figura 3: Harina de vaina de tara.

Elaboración de extractos acuosos a partir de la harina de tara

Se realizó los extractos por maceración y por calentamiento (fig. 4).



Figura 4: Extracto acuoso de tara (A), por maceración (B), por calentamiento.

Evaluación del color y olor del extracto de tara.

La coloración de cada extracto se determinó en la tabla de Munsell. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la determinación de color y olor de los extractos (tabla 1), observando que presentan una coloración amarilla, debido a las características de la harina, que al ser mezclada con el agua no presenta ningún cambio en este atributo; mientras que, en el caso del olor en ambas muestras presenta la característica de astringente. Estos resultados están en concordancia con los encontrados en otras investigaciones, tal es así que, Briceño (2012) menciona que la harina de tara presenta una coloración amarilla clara, así mismo, la empresa Somerex dedicada a la exportación de insumos entre ellos tara, describe dentro de sus especificaciones técnicas, que la coloración del extracto de tara es amarilla ligera y el olor es astringente (Somerex, s.f.).

Tabla 1: Resultados de la evaluación del color y olor de los extractos acuosos.

Método de extracción	Color	Olor
Por calentamiento	Amarillo	Astringente
Por maceración	Amarillo	Astringente

Se observa en la tabla que el rango de pH en los extractos oscila entre moderadamente y ligeramente ácido, esta pequeña variación se debe al método empleado en su elaboración en cada uno. Así mismo, en otras investigaciones se puede evidenciar un comportamiento similar; Cortez (2012) en su investigación determinó que la harina disuelta en agua destilada tiene un pH de 3,21.

Determinación del pH y densidad de los extractos de tara.

Tabla 2: Resultados de determinación de pH de los extractos acuosos.

Método de extracción	Repetición 1	Repetición 2	Promedio
Por calentamiento	3,7	3,7	3,7
Por maceración	4,3	4,3	4,3

En la tabla 3 se presentan los resultados obtenidos de la determinación de la densidad en los extractos, en ésta se puede observar que no existe una variación importante entre los valores de la densidad, también se evidencia como era de esperar que estos presentan similitud con la densidad del agua (1 g/cm^3); igualmente, existen otros investigadores que han determinado resultados similares, por ejemplo, Céspedes y Muñoz (2013) determinaron que la harina de tara mezclado con agua tuvo una densidad de $1,050 \text{ g/cm}^3$, además, Cortez (2012) comprobó que la densidad de la harina en extractos presentó un valor de $0,997 \text{ g/cm}^3$.

Tabla 3: Resultados de la densidad de los extractos acuosos.

Método de extracción	Densidad (g/cm^3)
Por calentamiento	1,064
Por maceración	0,992

Determinar el contenido de taninos de los extractos obtenidos mediante la aplicación del método volumétrico. Valoración del extracto de tara

Se presenta el volumen gastado de permanganato de potasio en la valoración de los extractos de tara obtenidos tanto por maceración como por calentamiento (tabla 4); así mismo, en la figura 5 se observa el cambio de coloración llevado a cabo en la titulación de los extractos de tara.

Tabla 4
Gasto neto de KMnO_4 de los extractos de tara.

Concentración KMnO_4 (N)	Métodos de extracción	Gasto KMnO_4 (ml)		
		Extracto de tara	Blanco	Gasto neto
0,025	Maceración	3,50	1,10	2,40
	Calentamiento	3,65	1,10	2,55
0,100	Maceración	2,25	1,80	0,45
	Calentamiento	2,20	1,80	0,40

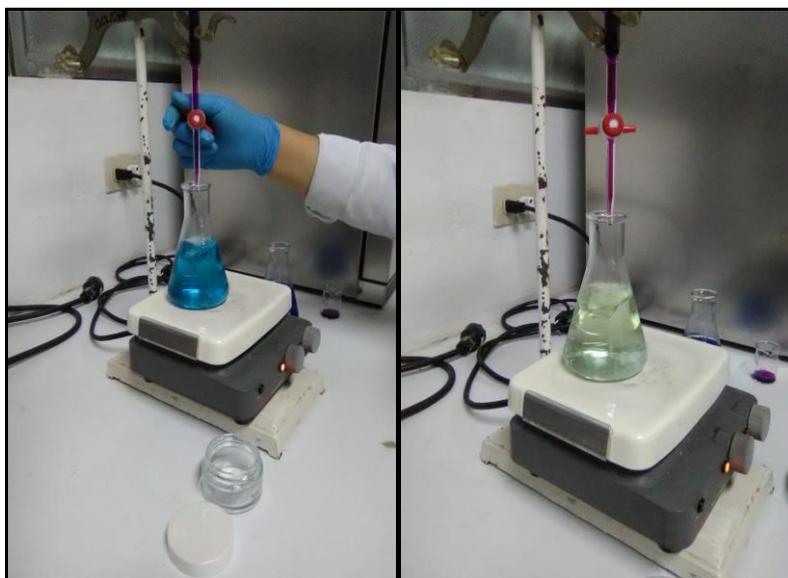


Figura 53: Cambio de coloración en la valoración del extracto de tara

Como se observa en la tabla 6 y como era de esperar, existe mayor cantidad de gasto de KMnO_4 en 0,025 N en comparación con este mismo reactivo a 0,1 N, lo cual es debido a que este último tiene 4 veces mayor concentración que el primero. Además, no se observa grandes diferencias entre los extractos obtenidos por maceración y por calentamiento, esto para las dos concentraciones de KMnO_4 .

Cuantificación de taninos mediante el método volumétrico.

En la tabla 5 se presenta el porcentaje de taninos que contienen los extractos acuosos de tara, en esta se puede observar que no existe grandes diferencias entre los valores, tanto para

0,025 N como para 0,1 N de permanganato de potasio, por lo tanto, las dos concentraciones se podrían utilizar, sin embargo, según la revisión bibliográfica la concentración de 0,1 N es la más utilizada para determinar la concentración de taninos en una muestra determinada. De la revisión bibliográfica se puede establecer que los valores obtenidos del porcentaje de taninos en las muestras de tara originarias de la provincia de Loja, están dentro del rango que menciona Mancero (2009) que indica que para esta provincia la concentración de taninos en la tara se encuentra entre 30 y 53%; mientras que, en Cajamarca (Perú) el contenido de taninos varía desde 48 a 52%.

Tabla 5: Resultados de cuantificación de contenido de taninos por el método volumétrico.

Concentración KMnO4	Métodos de extracción	% Taninos		
		Repetición 1	Repetición 2	Promedio
0,025 N	Maceración	47,24	49,86	48,55
	Calentamiento	47,24	52,48	49,86
0,100 N	Maceración	52,50	52,50	52,50
	Calentamiento	52,50	52,50	52,50

CONCLUSIONES

En la evaluación de dos métodos de extracción de taninos tanto por maceración como por calentamiento, los resultados mostraron que no existe grandes diferencias en las características (color, olor, pH y densidad) de los taninos obtenidos por estos dos métodos.

El contenido de taninos de los extractos de tara (*Caesalpinia spinosa*) fue determinado aplicando el método volumétrico, en el cual se utilizó dos concentraciones de permanganato de potasio: 0,025 y 0,1 N, obteniendo en su cuantificación de taninos valores de 48,55 y 52,20%, respectivamente. En la cuantificación de taninos no se

observaron diferencias entre los métodos de extracción por maceración y por calentamiento, por lo tanto, se puede utilizar cualquiera de estos dos métodos para determinar el contenido de taninos de la tara.

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se espera contribuir a mejorar el aprovechamiento de la tara que se produce en el barrio El Portete, cantón Gonzanamá de la provincia de Loja, de tal forma que constituya una nueva alternativa agroproductiva para los productores agropecuarios de la provincia de Loja y del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar-Galvez, A., Noratto, G., Chambi, F., Debaste, F., & Campos, D. (2014). Potential of tara (*Caesalpinia spinosa*) gallotannins and hydrolysates as natural antibacterial compounds. *Food chemistry*, 156, 301-304.
- Ali, D. (2012). Extracción de taninos (ácido gálico) a partir del polvo de vaina de tara (*Caesalpinia spinosa*). Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Bereche, Y., y Casas, Y. (2017). Factores limitantes de la exportación de derivados de la tara (*Caesalpinia spinosa*) del departamento de Lambayeque en el periodo 2013-2014 [Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo]. Recuperado de: <http://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/UNPRG/2205/BC-TES-TMP-1080.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Briceño, Y. (2012). Determinación del grado etanólico óptimo para la extracción de taninos en el fruto

- de *Caesalpinia spinosa* «tara». Universidad Nacional de Trujillo.
- Cabello, I. (2016). Tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. Recuperado de https://repositorio.promperu.gob.pe/bitstream/handle/123456789/1373/Monografia_tara_2010_keyword_principal.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Cespedes, A., & Muñoz, G. (2013). Influencia de la temperatura, solvente y tipo de vaina en la extracción de taninos de *Caesalpinia spinosa* (tara) por percolación y relación con su actividad antioxidante. Universidad Católica de Santa María. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/UCSM/3790/42.0079.IB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Cortez, D. (2012). Obtención de extracto tánico y extracto gálico a partir de la harina de vaina de guarango (*Caesalpinia Spinosa*) (Mol.) O. Kuntz, a escala de laboratorio. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Erazo, S. E. A., & Aguilar, W. M. S. (2017). El guarango en el cantón guano de la provincia de Chimborazo-Ecuador. Industrial data, 20(1), 43-50.
- Fabara, V. (2012). Estudio de factibilidad para la producción de Guarango (*Caesalpinia spinosa*) en el cantón de Guano - Chimborazo - Ecuador [Universidad San Francisco de Quito]. Recuperado de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2350/1/103384.pdf>.
- Guevara, J. M., Guevara, J. C., Guevara, J. M., Béjar, V., Huamán, A., Valencia, E., & Abanto, P. (2014, April). Evaluación del cocimiento de diferentes biovariedades de *Caesalpinia spinosa* (tara) frente a cepas de *Staphylococcus aureus* sensibles y resistentes a oxacilina. In Anales de la Facultad de Medicina (Vol. 75, No. 2, pp. 177-180). UNMSM. Facultad de Medicina.
- Mancero, L. (2009). La tara (*Caesalpinia spinosa*) en Perú, Bolivia y Ecuador: Análisis de la cadena productiva en la región. Programa Regional ecobonainter cooperation.
- Melo F. M., Glorio P. P., & Tarazona R. G. (2013). Efecto de la madurez en los componentes de valor comercial (taninos y goma) de tara *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze. Revista de la Sociedad Química del Perú, 79(3), 218-228.
- Rojas, Y. A. T., Cabeza, J. G. G., Castro, K. M. G., López, L. A. R., & Vereau, E. F. A. (2016). Efecto in vitro del aceite esencial de los frutos de *Caesalpinia spinosa* (molina) Kuntze, tara sobre la viabilidad de cultivos de *Staphylococcus aureus* meticilino resistente. PUEBLO CONTINENTE, 26(1), 75-87.
- Romero, N., Fernández, A., & Robert, P. (2012). A polyphenol extract of tara pods (*Caesalpinia spinosa*) as a potential antioxidant in oils. European Journal of Lipid Science and Technology, 114(8), 951-957.
- Sánchez-Martín, J., Beltrán-Heredia, J., & Gragera-Carvajal, J. (2011). *Caesalpinia spinosa* and Castanea

Determinación del contenido de taninos extraído de la vaina de la tara (Caesalpinia spinosa) proveniente del barrio el portete, cantón Gonzanamá de la provincia de Loja

- sativa tannins: A new source of biopolymers with adsorbent capacity. Preliminary assessment on cationic dye removal. *Industrial Crops and Products*, 34(1), 1238-1240.
- Skowrya, M., Falguera, V., Gallego, G., Peiró, S., & Almajano, M. P. (2014). Antioxidant properties of aqueous and ethanolic extracts of tara (*Caesalpinia spinosa*) pods in vitro and in model food emulsions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(5), 911-918.
- Skowrya, M., Janiewicz, U., Salejda, A. M., Krasnowska, G., & Almajano, M. P. (2015). Effect of tara (*Caesalpinia spinosa*) pod powder on the oxidation and colour stability of pork meat batter during chilled storage. *Food technology and biotechnology*, 53(4), 419-427.
- SomereX. (s.f.). *Tara en polvo*. Recuperado de http://www.somereX.net/antiguo/PA_taraenpolvo.html.
- Vargas, J. (2015). Uso potencial de la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) para el desarrollo de nuevas películas y recubrimientos comestibles compuestos. Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- Zárate, M. A. (2016). Efecto in vitro antibacteriano del extracto acuoso de *Caesalpinia spinosa* "Tara" sobre cepas de *Streptococcus pyogenes* y *Escherichia coli* aisladas de pacientes del Hospital Regional Docente de Trujillo en el año 2014. *PUEBLO CONTINENTE*, 26(1), 15-23.

Rendimiento del frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad canario con tres fuentes de abonos orgánicos en el distrito de Cholón, Huánuco-Perú

Yield of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Canarian variety with three sources of organic fertilizers in the district of Cholón, Huánuco-Peru.

Toi Hezer Ferrer – Vilca ¹; Agustina Valverde - Rodríguez *

1 Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, UNHEVAL

* Correo electrónico: agustina.valverde@ug.uchile.cl

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento del cultivo de frejol, en la localidad de San Pedro de Chonta, ubicado sobre los 2 400 msnm. Se utilizó el diseño experimental de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con tres tratamientos (T1: estiércol de Oveja, T2: estiércol de Cuy, T3: estiércol de Vacuno) y un testigo (T0: sin abonamiento); incorporadas a razón de 28 t ha⁻¹. Las variables evaluadas fueron: número, tamaño y peso de vainas por planta; peso de granos por ANE y número de nódulos por cada tipo de abono. Los abonos fueron aplicados a la siembra depositando el abono entre cada planta. Según los resultados, el mejor tratamiento que destacó en la mayoría de los parámetros evaluados fue el tratamiento T1 (estiércol de oveja) el cual respecto al número de vainas por planta reportó 35,48; para el tamaño de vainas por planta registró 13,98 cm; para el peso de vainas por planta reportó 60,69 g; asimismo para el peso de granos por ANE obtuvo 0,55 kg; En cuanto al número de nódulos por planta se obtuvo 40,08; el rendimiento por hectárea fue 2 712,50 kg ha⁻¹.

Palabras claves: Abonamiento, rendimiento, condiciones edafoclimáticas.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of organic fertilization on the yield of the bean crop, in the town of San Pedro de Chonta, located over 2,400 meters above sea level. The experimental design of Completely Random Blocks (DBCA) was used with three treatments (T1: Sheep manure, T2: Guinea pig manure, T3: Cattle manure) and a control (T0: no fertilization); incorporated at a rate of 28 t ha⁻¹. The variables evaluated were: number, size and weight of pods per plant; grain weight per ANE and number of nodules for each type of fertilizer. The fertilizers were applied to the sowing depositing the fertilizer between each plant. According to the results, the best treatment that stood out in most of the parameters evaluated was treatment T1 (sheep manure) which, regarding the number of pods per plant, reported 35.48; for the size of pods per plant it registered 13.98 cm; for the weight of pods per plant I report 60.69 g; also for the weight of grains per ANE obtained 0.55 kg; Regarding the number of nodules per plant, 40.08 were obtained; the yield per hectare was 2 712.50 kg / ha

Keywords: Fertilization, yield, edaphoclimatic conditions.

ISSN N° 2708 - 9843

<https://doi.org/10.47840/ReInA20217>

Recibido: 25 de octubre 2020

Aceptado para su publicación: 09 de diciembre 2020

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas, que enfrentan los agricultores de nuestro país, en la actualidad es el alto costo de los insumos agrícolas externos, tales como fertilizantes sintéticos y agroquímicos, que además causan serios problemas de contaminación ambiental y degradación de los suelos. Debido al desarrollo de los países considerados del primer mundo, nuestro sistema ecológico se está deteriorando, que nos lleva a pensar que en corto plazo nuestro planeta será inhabitable. Según afirma Del Pilar (2007).

Es por ello, que el planteamiento de soluciones corresponde a quienes estamos vinculados con el agro y más aún apoyar a la producción orgánica, todos estamos conscientes de que hay mucho por hacer y que nuestros suelos están empobrecidos, como consecuencia de las deficientes prácticas agrícolas. (Biblioteca del campo, 2014.) Pero si cambiamos nuestra manera de actuar e investigamos nuevas maneras de producir en base a la utilización de abonos orgánicos como la aplicación de estiércoles de animales en la producción, podríamos obtener rendimientos altos y nuestra producción sería bienvenida en el exterior.

Molina (2012). Indica que el frijol, se cultiva en diversas partes del Perú, desde las zonas tropicales hasta las zonas templadas, siendo una de estas el lugar denominado San Pedro de Chonta – Marañón. Este cultivo, además de su importancia nutricional para el hombre y animales también actúa como agente nitrificante del suelo, debido a la fijación simbiótica del nitrógeno atmosférico; esta fijación se realiza

bajo condiciones apropiadas por la presencia de ciertas bacterias simbióticas como es el *Rhizobium*. Esta capacidad se aprovecha sobre todo cuando se practica la rotación de cultivos.

En la Provincia de Marañón se siembra entre noviembre a diciembre y a partir del mes de mayo a junio. El rendimiento que se reporta es a nivel de agricultores con un nivel tecnológico bajo y se espera que con el presente trabajo de investigación que se está desarrollando en el distrito de Cholon, empleando diferentes tipos de abonos orgánicos y con la aplicación de tecnología adecuada, nos indican que se puede incrementar el nivel de producción de frijol, de una forma competitiva eficiente y sostenible y repercutir en la mejora de la economía del agricultor de la jurisdicción de toda la Provincia de Marañón.

El rendimiento del frijol a nivel nacional promedio es de 1500 - 2000 kg ha⁻¹. Y el rendimiento máximo alcanzado es 2595,00 kg ha⁻¹; los rendimientos varían de acuerdo, a prácticas agronómicas y culturales que se aplican, uso de variedades mejoradas, y al adecuado uso de abonamientos. A estos problemas se añaden aquellos factores externos como (clima, suelo, plagas, enfermedades, etc.), que influyen en el rendimiento de este cultivo. INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria) (2012).

Beltrán (1993) menciona que el abonamiento orgánico muestra buenos resultados, cuando se aplica con una tecnología cada vez más efectiva, es necesario buscar un abonamiento

adecuado que incremente nuestra producción en lo más alto posible, sin afectar el equilibrio ecológico y la economía del agricultor.

La aplicación de abonos es una alternativa para los pequeños productores que no pueden acceder a insumos externos para la nutrición de sus cultivos, por lo que se requiere realizar investigaciones sobre las dosificaciones por cultivo y fomentar

su uso progresivo por todos los productores de la zona, a fin de obtener altos rendimientos que beneficiará a los agricultores y la población en general. Con un abonamiento adecuado que incremente la producción, sin afectar el equilibrio ecológico y la economía del agricultor. Estos tendrán una oportunidad de ingreso hacia los grandes mercados nacionales e internacionales. Jacame et al., (2013).

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de investigación, se realizó en la localidad de San Pedro de Chonta, el cual se encuentra ubicado en el Distrito de Cholón – Marañón, cuya posición geográfica y ubicación política es la siguiente: Región Huánuco, Provincia de Marañón, Distrito de Cholón, Lugar denominado San Pedro de Chonta con una posición geográfica: 08° 39' 27" Latitud sur, 76° 52' 08" Longitud Oeste; a una altitud de 2400 msnm con una temperatura media promedio que oscila entre 07 °C min – 17 °C máx.

El experimento se instaló bajo el diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) con cuatro bloques y cuatro tratamientos (T1: estiércol de oveja, T2: estiércol de cuy, T3: estiércol de vacuno) y un testigo (sin abonamiento), dispuesto en un área de 211,12 m² del campo experimental y de 7,92 m² de parcela experimental. Se consideró como variables evaluadas al tamaño,

número, peso de vainas por planta; peso de granos por área neta experimental (ANE), y el número de nodulaciones por planta así mismo se estimó el rendimiento por parcela y hectárea. Para la aplicación del abonamiento en los tratamientos T1, T2, T3; se utilizó la fórmula de 28 t/ha.

El terreno elegido fue semi plano con buen drenaje, de donde se tomaron muestras de suelo haciendo un recorrido en zigzag y las muestras se envió al Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas - UNALM. La preparación del terreno se realizó a tracción manual, así como el surcado a 0,60 m de separación entre surcos, finalizada estas labores se trazó el campo experimental. La siembra, los riegos y deshierbos se efectuaron de manera oportuna; los aporques se realizaron cuando las plantas alcanzaron una altura aprox. de 30cm. La cosecha fue efectuada a los 130 dds.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Longitud de vainas por planta

Los resultados indican que no existe significación estadística entre repeticiones y significación para los tratamientos.

Tabla 1: Prueba de significación de Duncan para la longitud de vainas por planta.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (cm)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0.05	0.01
1	T1: ESTIÉRCOL DE OVEJA	13,98	a	a
2	T3: ESTIÉRCOL DE VACUNO	13,75	a	a b
3	T2: ESTIÉRCOL DE CUY	13,68	a b	a b
4	T0: TESTIGO	13,20	b	b

Numero de vainas por planta

Los resultados indican que no existe significación estadística entre repeticiones y alta significación para los tratamientos.

Tabla 2: Prueba de significación de Duncan para número de vainas por planta.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (N°)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0.05	0.01
1	T1: ESTIÉRCOL DE OVEJA	35,48	a	a
2	T3: ESTIÉRCOL DE VACUNO	32,74	a b	a
3	T2: ESTIÉRCOL DE CUY	31,24	b	a b
4	T0: TESTIGO	27,32	c	b

Peso de vainas por planta

Los resultados indican que no existe significación estadística entre repeticiones y alta significación para los tratamientos.

Tabla 3: Prueba de significación de Duncan para el peso de vainas por planta.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (g)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0.05	0.01
1	T1: ESTIÉRCOL DE OVEJA	60,69	a	a
2	T3: ESTIÉRCOL DE VACUNO	55,52	b	a b
3	T2: ESTIÉRCOL DE CUY	53,99	b	b
4	T0: TESTIGO	39,67	c	c

Peso de granos por Área Neta Experimental

Los resultados indican que no existe significación estadística entre repeticiones y alta significación para los tratamientos.

Tabla 4: Prueba de significación de Duncan para el peso de granos por (ANE).

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (Kg)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0.05	0.01
1	T1: ESTIÉRCOL DE OVEJA	0,55	a	a
2	T3: ESTIÉRCOL DE VACUNO	0,52	b	a b
3	T2: ESTIÉRCOL DE CUY	0,51	b	b
4	T0: TESTIGO	0,32	c	c

Numero de nodulaciones por planta

Los resultados indican que existe significación estadística entre repeticiones y alta significación para los tratamientos.

Tabla 5: Prueba de significación de Duncan para el numero de nodulaciones por planta.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (N°)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0.05	0.01
1	T1: ESTIÉRCOL DE OVEJA	40,08	a	a
2	T2: ESTIÉRCOL DE CUY	38,68	a b	a
3	T3: ESTIÉRCOL DE VACUNO	38,50	b	a b
4	T0: TESTIGO	27,40	c	b

Rendimiento por parcela y hectárea

Los resultados indican que no existe significación estadística entre repeticiones y alta significación para los tratamientos.

Tabla 6: Prueba de significación de Duncan para el rendimiento por parcela.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIO (kg)	NIVEL DE SIGNIFICACIÓN	
			0.05	0.01
1	T1: ESTIÉRCOL DE OVEJA	2,15	a	a
2	T3: ESTIÉRCOL DE VACUNO	2,11	b	a b
3	T2: ESTIÉRCOL DE CUY	2,08	b	b
4	T0: TESTIGO	1,41	c	c

Tabla 7: Rendimiento estimado por hectárea.

O.M.	TRATAMIENTOS	PROMEDIO ESTIMADO (Kg/ha)
1	T1: ESTIÉRCOL DE OVEJA	2 712,50
2	T3: ESTIÉRCOL DE VACUNO	2 627,78
3	T2: ESTIÉRCOL DE CUY	2 622,22
4	T0: TESTIGO	1 777,78

Tamaño de vainas por planta

Los resultados del ANDEVA y la Prueba de Significancia de Duncan indican que existe significación entre los tratamientos, el T1 (Estiércol de oveja), obtuvo un tamaño de vainas igual a 13,98 cm que supera a los demás tratamientos en orden de mérito. Estos resultados son superiores a lo reportado por Ramírez (2018), quien en su estudio “efecto del bioestimulante orgánico biol en el rendimiento del frijol variedad canario 2000”. Las concentraciones 7.5% de biol produjeron el mayor tamaño de vainas 12,23 cm. Así mismo supera a los resultados de Parson citado por Ávila et al., (2016), quien menciona que el fruto

es una legumbre con una longitud de vaina variable de 10-12 cm.

Los resultados que se registra se deben a que el estiércol de ovino tiene una importante presencia de compuestos primarios y secundarios que contribuye altamente a la mejora de la estructura del suelo, su efecto nutritivo puede equivaler en el primer año de su aportación hasta el 30% del N total presente y el efecto residual tiene importancia relevante después de varios años del caso de aportes, en función del tipo de suelo, del clima, de las labores, de otros abonados y de los cultivos que se siembran. Según Jacame (2017).

Numero de vainas por planta

Los resultados del ANDEVA y la Prueba de Significancia de Duncan indican que existe alta significación entre los tratamientos, el T1 (Estiércol de oveja) obtuvo 35,48 vainas superando a los demás tratamientos. Por lo tanto se acepta lo reportado por Cotrina y Sandoval (2016), quien en su trabajo de investigación “efecto de los momentos de aplicación de Biozyme tf en el rendimiento del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*.L) Var. Canario 2000”. el cual reportó 35,40 vainas por planta.

Por otro lado, supera a los resultados de Ramírez (2018), que demuestra en su investigación “efecto del bioestimulante orgánico biol en el rendimiento del frijol variedad canario 2000”, el cual reporta que las concentraciones 7.5% de biol produjeron el mayor número de vainas (16,48 vainas). Así mismo supera a lo reportado por Solórzano (2014), en su trabajo “efecto de bioestimulantes en el rendimiento del frijol canario”, en donde obtuvo el mayor promedio del

número de vainas de 16,4 y el menor de 11,9.

Estos resultados que se obtuvo generalmente se deben a que el estiércol de ovino es catalogado como mejorador del suelo ya que tienden a mejorar su estructura, lo que adecua la infiltración del agua, facilita el crecimiento radical, posibilita una mejor aireación y contribuye al control de la erosión entre otros. Al aumentar la CIC del suelo, pueden mantener más nutrientes absorbidos, reduciéndose por ende las pérdidas por su lixiviación. (SERPAR, mencionado por Quispe 2018). Por lo tanto, el éxito en la producción es más alta que el abonamiento orgánico líquido.

Peso de vainas por planta

Los resultados indican que existe alta significación entre los tratamientos, el T1 (Estiércol de oveja) ocupó el primer lugar con 60.69 g, superando a los demás tratamientos. Por lo tanto se acepta los resultados de Cotrina y Sandoval (2016), quienes en su trabajo de investigación “evaluar el efecto de los momentos de aplicación de Biozyme tf en el rendimiento del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*.L) Var. Canario 2000”. el cual reportó 60,22 g de peso de vainas.

Estos resultados que se obtuvo generalmente se deben a que el estiércol de ovino es catalogado como mejorador del suelo ya que tienden a mejorar su estructura, lo que adecua la infiltración del agua, facilita el crecimiento radical, posibilita una mejor aireación y contribuye al control de la erosión entre otros. Al aumentar la CIC del suelo, pueden mantener más nutrientes absorbidos, reduciéndose por

ende las pérdidas por su lixiviación. (SERPAR, mencionado por Quispe 2018). Por ende, su efectividad en la producción es más alta que el abonamiento orgánico líquido.

Peso de granos por Área Neta Experimental

Los resultados obtenidos indican que existe alta significación entre los tratamientos, el T1 (Estiércol de oveja), obtuvo el mejor resultado con 0,550 kg por ANE (Área Neta Experimental) que supera a los demás tratamientos incluyendo al testigo. Los resultados obtenidos son superiores a lo reportado por Ramírez (2018), quien en su estudio “efecto del bioestimulante orgánico biol en el rendimiento del frijol variedad canario 2000”, Las concentraciones 7,5% de biol produjeron el mayor peso por área neta experimental igual a 310,02 g.

Estos resultados obtenidos generalmente se deben a que el estiércol de ovino es catalogado como mejorador del suelo ya que tienden a mejorar su estructura, lo que adecua la infiltración del agua, facilita el crecimiento radical, posibilita una mejor aireación y contribuye al control de la erosión entre otros. Según (SERPAR, mencionado por Quispe 2018). Además, se sabe que en una tonelada de estiércol aporta; 5 kg de nitrógeno, 2,5 kg de fósforo y 5 kg de potasio, disponibles para la absorción y desarrollo de la planta. Entonces, su efectividad en la producción es más alta que la aplicación de abonamiento líquido.

Numero de nodulaciones por planta

Los resultados indican que existe significación entre los tratamientos, el

T1 (Estiércol de oveja) obtuvo el primer lugar con 40,08 nódulos y supera a los demás tratamientos en orden de mérito. Por lo tanto, es superior a lo reportado por Quispe (2018), quien en su trabajo de investigación “efecto de los abonos orgánicos y la inoculación con el inoculante Rizomack en el rendimiento de variedades de arveja”. Los tratamientos inoculados y abonados con estiércol de ovino reportaron mayor rendimiento con un promedio de 36 nódulos por planta.

Estos resultados se deben a que el estiércol aplicado al suelo atrae a los microorganismos del suelo hacia las raíces del frijol y forman nódulos (simbiosis) obteniendo un beneficio mutuo ya que la planta abonada estaría vigorosa y es capaz de alimentar al microorganismo de género *Rhizobium*. Según (Covelli, 2013).

Por otro lado, se encuentra una similitud a los resultados de Morfin (2017), quien en su trabajo “efecto de *Rhizobium tropici* y *Rhizobium etli* como fuente de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L)”. reporta que el tratamiento 1kg ha⁻¹ de *Rhizobium* es superior al resto, con una media de 40,45 nódulos por planta.

Y en comparación con Rodríguez (2009) quien menciona que las plantas de frijol tratadas con biofertilizante (*Rhizobium*) presentan un porcentaje promedio de 52 nódulos por planta. Por lo tanto, supera a los resultados de mi investigación.

Esto generalmente se debe a que, si se incorpora *Rhizobium* a la planta de

frijol, con un buen manejo del cultivo la producción de nódulos se incrementa, a diferencia que en mi trabajo se aplicó simple abonamiento y se captó los microorganismos del suelo.

Rendimiento por parcela y hectárea

Los resultados indican que el mayor promedio lo ocupó el T1, (Estiércol de oveja), quien obtuvo el primer lugar con 2,15 kg por parcela, que estimados a hectárea se obtuvo 2 712,50 kg, quien supera a los demás tratamientos incluyendo al testigo. Estos resultados obtenidos, superan a lo reportado por Sánchez (2011), quien investigó sobre el “manejo físico nutricional del frijol canario 2000, en condiciones agroecológicas de Canchan”, mostrando un rendimiento por hectárea de 1,381 hasta 2,364 kg. De igual manera supera a los resultados de la DRA (Dirección Regional de Agricultura) (2015), quien reporta que el rendimiento del cultivo de frijol para grano seco es de 1 667,61 kilogramos por hectárea.

Estos resultados se deben al buen manejo que se le brindó al cultivo, incorporando un buen abonamiento con estiércol descompuesto que incorpora en una tonelada; 5 kg de nitrógeno, 2,5 kg de fósforo y 5 kg de potasio, disponibles para la absorción y desarrollo de la planta, según (Tapia y Fries, s.f.), así mismo se sabe que la incorporación de abono orgánico mejora la parte química, física y biológica del suelo, proporcionándola a la planta mejores condiciones para su desarrollo y producción.

Por otro lado, el INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria) (2012), indica que el frijol canario 2000

obtiene un rendimiento promedio que varía entre 1 500 – 2 000 kg ha⁻¹; y un rendimiento máximo alcanzado de 2

595 kg ha⁻¹, en conclusión, se acepta los resultados del INIA al encontrar cierta similitud con nuestros resultados.

CONCLUSIONES

Los mejores resultados en rendimiento de vainas y granos de frijol, así como el número de nodulaciones por planta se

obtienen con el estiércol de oveja, aplicando una dosis de 28 t ha. El cual muestra una diferencia significativa con respecto al testigo (sin abonamiento).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrológica. (2017). Fertilización Orgánica [en línea]. Disponible en:
<http://blog.agrologica.es/calculo-ejemplo-practico-de-la-cantidad-de-materia-organica-aportar-suelo-plan-abonado-abono/>.
- Agromiperu. (2018). Frejol Canario. blog (en línea, sitio web). Consultado 25 jun. 2018. Disponible en <https://agromiperu.com.pe/producto/frijol-canario/>.
- Ávila caldas, L; Domínguez Ramos, J; Silvestre Herrera, D. (2016). fuentes de Nutrición en el rendimiento del cultivo vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad jade, en condiciones edafoclimáticas de pillco marca. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Huánuco, Perú, UNHEVAL. 97 p.
- Azabache, A. (2003). Fertilidad de suelos para una agricultura sostenible. Edit. Huancayo. Perú. 225 p.
- Beltrán (1993). Abonos Orgánicos, Tecnología para el manejo ecológico del suelo, Edición, Rede de Acciones en Alternativas al Uso de Agroquímicos RAAA. 90 p.
- Biblioteca del campo. (2014). Composición de los Estiércoles. Revista Agrícola. (1):172-193.
- Campos Felix, W. (2018). Efecto del abonamiento orgánico en el rendimiento del cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad amarilis, en condiciones edafoclimáticas de Huacrachuco. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Huánuco, Perú, UNHEVAL. 74 p.
- Castaña, J. J. (1979). Enfermedades del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Curso sobre frijol en CIAT. Cali – Colombia.
- Cóndor Quispe. P. (1999). “El Compost” Manual Técnico. Edición Confederación Nacional Agraria. 12 p.
- Cotrina Alpes, Y.C; Sandoval Exaltación, XE. (2016). Efecto de los momentos de aplicación de BIOZYME tf en el rendimiento del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Var. Canario 2000 en condiciones agroecológicas de Huandobamba, Ambo. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Huánuco, Perú, UNHEVAL. 70 p.
- Covelli, J.M. (2013). Biofertilización con *Bradyrhizobium japonicum* para la Agricultura sustentable: aspectos ecofisiológicos del problema de la competencia para la nodulación. Tesis para obtener el título de Dr. En Biología M.

- Buenos Aires, Argentina, universidad nacional de la plata. 178 p.
- Del Pilar. M. (2007) Agricultura Ecológica. Disponible en: http://www.infoagro.com/abonos_organicos.htm
- Flores, D. (2004). Promoviendo agroecología, manual del promotor campesino. Ediciones Ingals. Perú. 87 p.
- Fundesyam. (2015). Estiércol de Vaca como abono orgánico. blog (en línea, sitio web). Disponible en <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=1062>.
- Francisco Aguirre, J; Gutiérrez García, RA. (2018). Fertilización con biol y completo y su efecto en el crecimiento y rendimiento del cultivo de frijol común, El Plantel, Masaya. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Managua, Nicaragua, universidad nacional agraria. 44 p.
- Goicochea Pinchi, D. (2015). Efecto de la aplicación de cuatro dosis de fertilizante orgánico enriquecido con microorganismos eficientes (ferti em) en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris*) variedad huasca poroto en el distrito de lamas. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Tarapoto, Perú, universidad de san Martín. 78 p.
- Herrera Veramendi, R. E. (2010). Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el rendimiento del cultivo de trigo (*Triticum sp. L.*) variedad centenaria en condiciones agroecológicas de Huacrachuco. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Huánuco, Perú, UNHEVAL. 87 p.
- Infoagro. (2017). Abonos orgánicos (en línea, sitio web). Disponible en https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp.
- INIA. (Instituto Nacional de Innovación Agraria). (2012). Frijol canario 2000 - INIAA (en línea) 25 de jul. 2018. Lima, Centro Experimental Agraria Chíncha-Ica. Disponible en <http://www.inia.gob.pe>.
- Jacame V., AR; Peñarete M., W; Daza T., M.C. (2013). Fertilización orgánica e inorgánica en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en suelo inceptisil con propiedades ándicas. Artículo Científico. Núm. 12. (en línea). Cali, Colombia, Universidad del Valle. 59-67 p. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231130851006>.
- Jardineria. (2017). Estiércol de oveja: características y usos en el abono de plantas. blog (en línea, sitio web). Consultado 20 jul. 2018. Disponible en <https://www.jardineriaon.com/estiércol-oveja-caracteristicas-usos-abono-plantas.html>.
- Maylle Mendoza, RR. (2016). Momentos de aplicación de una Protohormona en el rendimiento de frejol canario (*Phaseolus vulgaris* L.), en el Instituto de Investigación Frutícola Olerícola – Cayhuayna. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Huánuco, Perú, UNHEVAL. 92 p.
- Meneses, R. (2012). Rendimiento del Frijol canario camanejo (en línea). Arequipa, Centro Experimental Santa rita. Disponible en: <http://www.Minag.gob.pe>.

- Molina, A. C. (2012). Producción de Abono Organico con Estiercol de cuy. blog (en línea, sitio web). Consultado 10 jun. 2018. Disponible en <https://prezi.com/fag-scdj7tds/produccion-de-abono-organico-con-estiercol-de-cuy/>.
- Manual de Lombricultura. (2005). Estiercol de Cuy o Cobayo. Foro (en línea, sitio web). Consultado 20 jul. 2018. Disponible en <http://www.manualdelombricultura.com/wwwboard/messages/10718.html>.
- Morales Torres, M. (2007). efecto de la aplicación de agroquímicos y abonos orgánicos sobre la producción de frijol y la población microbiana del suelo. Tesis para obtener el Grado de magister CC. Agr. Y Forestales Jalisco, México, universidad de Guadalajara. 95 p.
- Morfín Rosa, L.L. (2017). Efecto de Rhizobium etli+tropici sobre el rendimiento de frijol, variedad icta patriarca; quesada, Jutiapa. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Jutiapa, Guatemala, universidad Rafael Landívar. 86 p.
- Monografias. (2018). Rhizobium Etli: una Bacteria Benéfica de Fríjol - Monografias. Foro (en línea, sitio web). Disponible en <https://www.monografias.com/trabajos35/rhizobium-etli-frijol/rhizobium-etli-frijol.shtml>.
- Nápoles García, M; Cabrera Pino, J. C; Onderwater, R; Wattiez, R. (2016). Señales Producidas por Rhizobium Leguminosarum en la interacción con frijol común (Phaseolus vulgaris L.) (en línea). Artículo científico vol. 37. Núm. 02 la Habana, Cuba, Instituto Nacional de Ciencias agrícolas 1-8 Disponible en www.ediciones@inca.edu.cu o revista@inca.edu.cu.
- Likeameluz. (2014). Bacterias Rhizobium: Rhizobium en Plantas. blog (en línea, sitio web). Consultado 1 jun. 2018. Disponible en <http://likeameluz.blogspot.com/2014/02/rhizobium-en-plantas.html>.
- Quispe Gonzales, E.T. (2018). Abonamiento orgánico e inoculación en el rendimiento de variedades de arveja (Pisum sativum L.) Pampa del Arco – Ayacucho. Tesis para Optar el título de Ing. Agr. Ayacucho, Perú, Universidad de san Cristóbal de Huamanga. 121 p.
- Ramírez Olivera, R; Ramos Paz, M de los A; Ricardo Palacio, S. (2010). Mejoramiento de la producción del frijol (Phaseolus vulgaris L.) con el uso de alternativas de fertilización. Artículo Científico. Holguin, Cuba, Universidad Oscar lucero de moya 1-11 p.
- Ramírez Salas, YB. (2018). Bioestimulante orgánico en el rendimiento del frijol (Phaseolus Vulgaris L.) variedad canario 2000 en condiciones edafoclimáticas de Chaglla. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Huánuco, Perú, UNHEVAL. 103 p.
- Salazar, G. (2005). Tesis Efecto de Materia Orgánica en el Rendimiento de dos Variedades de Alcachofas (Cynara scolynus L.) en el Valle del Nupe.
- Pinilla, J.M. (2001). Importancia de la biosíntesis bacteriana de leucina

para el establecimiento de la simbiosis rhizobium - leguminosa. Tesis Doctoral en CC. Biológicas. España, Universidad de Granada. 258 p.

Tapia, ME. (2010). Los Abonos Orgánicos. Revista Científica. 198-210.

Vega Jara, L. (2010). Efecto de la Fertilización Inorgánica y Abonamiento Orgánico en el Rendimiento del Cultivo del Maíz (*Zea mays* L.) variedad blanco

Urubamba en condiciones agroecológicas de Huacrachuco, provincia de marañón. Tesis para obtener el título de Ing. Agr. Huánuco, Perú UNHEVAL. 79 p.

Zapata Ortiz, A.F. (1990). Efecto de modalidad y densidad de siembra en frijol Panamito var. "Panamito Molinero" y "Ecu-066" en campaña de primavera y verano en costa central. Tesis. Ing. Agrónomo. UNALM. Lima – Perú. 60 p.

Composición química de la madera de *Cedrela odorata* L. y su relación con las propiedades químicas del suelo de la parroquia Zumba provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador

Chemical composition of the wood of *Cedrela odorata* L. and its relationship with the chemical properties of the soil of the Zumba parish province of Zamora Chinchipe, Ecuador

Yadira Abad-Cordero^{1*} Jumbo – Benítez, Nohemí del Carmen¹ Fernández – Guarnizo, Paulina Vanesa². González Rogel, Julia Beatriz³ . Iñiguez – Ordoñez, Diana Paulina⁴. Pucha – Cofrep, Darwin Alexander¹.

¹ Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. 110111, Loja – Ecuador.

² Carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Loja. 110111, Loja - Ecuador

³ Laboratorio de química. Universidad Nacional de Loja. 110111, Loja – Ecuador.

⁴ Laboratorio de Suelos. Universidad Nacional de Loja. 110111, Loja - Ecuador.

*autor para correspondencia: ymabadc@unl.edu.ec

RESUMEN

Esta investigación busca conocer la relación de la composición química de la madera de *Cedrela odorata* L. con las propiedades químicas del suelo en un ecosistema forestal húmedo al sur de Ecuador. Para ello se tomó muestras de madera de una rama de 1 m de longitud de 10 a 20 cm de diámetro en cinco individuos diferentes. En los laboratorios de química y suelos. Se realizó los análisis de ceniza, extractivos, lignina y holocelulosa en la madera, así como el análisis del nivel de pH, fósforo y nitrógeno del suelo. Para el análisis estadístico se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis con el Test de Dunn, y se aplicó una correlación bivariada de Spearman. Los resultados mostraron como componente más abundante a la holocelulosa (62,97 %), seguido de la lignina (30.15 %) y con un menor porcentaje el contenido de extraíbles (5.64) y cenizas (1,24 %). El suelo en donde los individuos crecieron fue muy ácido (pH de 4,70) con un nivel de fósforo medio (33,74 ppm), y un nivel alto de nitrógeno (165,24 ppm). La relación entre las propiedades químicas de la madera y cada una de las propiedades químicas del suelo, dieron como resultado cuatro relaciones, dos positivas (fósforo - lignina con una significancia de 0,1 y nitrógeno - holocelulosa con una significancia = 0,01), y dos negativas (pH - ceniza con una significancia de 0,01 y nitrógeno – lignina con un valor de significancia de 0,04).

Palabras clave: Composición química, madera, *Cedrela odorata*, suelos

ISSN N° 2708 - 9843

<https://doi.org/10.47840/ReInA20218>

Recibido: 25 de octubre 2020

Aceptado para su publicación: 09 de diciembre 2020

ABSTRACT

The research had the objective of determining the chemical composition of the wood of *Cedrela odorata* L. and its relationship with the chemical properties of the soil in a forest ecosystem; for this purpose, five trees were taken as samples, from which a branch of one meter long of 10 to 20 centimeters in diameter was obtained and the analyses of ash, extracts, lignin and holocellulose of each sample were carried out; the analysis of the level of pH, phosphorus and nitrogen of the soil was made. For statistical analysis, the non-parametric Kruskal-Wallis test was used with the Dunn test, and a bivariate correlation of Spearman was applied. In general, it was obtained that the holocellulose (62,97 %), is the most abundant component, followed by lignin (30,15 %) and with a lower percentage the content of extractable (5,64) and Ashes (1,24 %). The soil where the individuals grew is very acidic (pH of 4,70) with a medium phosphorus level (33,74 ppm), and a high level of nitrogen (165,24 ppm). The relationship between the chemical properties of the wood and each of the chemical properties of the soil resulted in four relationships, two positive (phosphorus - lignin with a significance of 0.1 and nitrogen - holocellulose with a significance = 0,01) and two negative (pH - ash with a significance of 0,01 and nitrogen - lignin with a significance value of 0,04).

Key words: Chemical composition, wood, *Cedrela odorata*

INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país mega diverso, y privilegiado con la presencia de distintos factores biológicos que generan condiciones favorables para sustentar una exuberante variedad de ecosistemas forestales (Castro, Muñoz, y Pucha, 2018). Estos ecosistemas representan un capital natural importante para el presente y el futuro de las poblaciones humanas, en lo que se refiere a bienes y servicios ambientales (Cayuela y Granzow, 2012). La región sur del país, en particular la provincia de Zamora Chinchipe, se caracteriza por poseer un ambiente adecuado para el desarrollo de gran cantidad de especies arbóreas (Samaniego, Eguiguren, Maita, y Aguirre, 2015), entre las que se encuentra la especie *Cedrela odorata* quien poseen un alto valor comercial, cuya madera es cotizada en los mercados locales, nacionales e internacionales. Por esta razón, esta especie ha sido severamente afectada en su área de distribución por la tala

selectiva, que ha provocado la fragmentación y disminución de sus poblaciones (Bárceñas, Ríos, Aguirre, Juárez y Honorato, 2008). Actualmente *Cedrela odorata* se encuentra protegida por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES), y esta categorizada como vulnerable en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (Santos García, 2014).

El conocer la composición química de la madera es importante para evaluar sus propiedades físicas y mecánicas, y así definir el uso y aprovechamiento adecuado que se le puede dar a este recurso, lo cual evitaría hacer una extracción indiscriminada de las especies forestales de su ambiente natural (Rosales-Castro et al., 2016). Además, estudiar la influencia de las propiedades química del suelo donde se desarrollan permite a la vez conocer su tolerancia al tipo de suelo, lo que aportará información básica para

planificar el establecimiento de plantaciones futuras (Santos García, 2014).

Los objetivos de la investigación fueron:

Determinar la composición química de la madera de *Cedrela odorata* L.,

Evaluar la relación entre la composición química de la madera de *Cedrela odorata* L., y las propiedades químicas del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en un ecosistema de la parroquia Zumba cantón Chinchipe provincia de Zamora Chinchipe ubicado a 10 Km de la ciudad de Zumba; entre las coordenadas

Preparación de las muestras para análisis químico: A la muestra de madera se procedió a sacar la corteza posteriormente se realizó el lijado utilizando lija N°36, obteniendo así una mezcla homogénea de duramen y albura; finalmente se realizó el tamizado a través de una malla N° 40 (0,42mm)

Obtención de extractivos: Para la obtención de extractivos se pesó aproximadamente 4 gramos de muestra, y se colocó en un dedal de celulosa, el cual fue introducido en un extractor de Soxhlet. Se empleó como solvente orgánico el éter de petróleo y etanol. La extracción se dio por finalizada cuando el solvente presentó un aspecto incoloro, se procedió a colocar los balones en el desecador y finalmente se pesó (ver formula en la Tabla 1).

Determinación de cenizas: Para la determinación de cenizas se pesó 5 gramos de la mezcla en crisoles previamente pesados, el cual es sometido a altas temperaturas, para finalmente introducir la muestra a la mufla a 575 - 600 °C durante un período de 3 horas; pasado este tiempo se dejó

UTM: 9459623 a 949800 N y 699760 a 699720 E, en un rango altitudinal de 1 500 a 2 300 m s.n.m.

Para la preparación de las muestras y la caracterización química se utilizó las Normas TAPPI (Technical Association of the Pulp and Paper Industry, 1978), y la metodología desarrollada por Anguinsaca *et al.*, (2019). Se seleccionó cinco individuos de *Cedrela odorata* L.; considerando parámetros mínimos como

tener un buen estado fitosanitario y fuste recto, de los cuales se recolectó secciones de ramas de un metro de longitud y diámetros de 10 a 20 cm dependiendo del individuo.

enfriar en el desecador, y se procede a pesar para calcular el porcentaje de ceniza (ver formula en la Tabla 1).

Determinación de lignina: Para la determinación de lignina se pesó 0,1 gramos de muestra libre de extractivos, a estas se les adicionó 1,5 ml de H₂SO₄ al 72 % dejando reposar por 15 minutos para posteriormente agregar 60 ml de agua destilada y hacer hervir a reflujo durante 30 minutos, se esperó que se enfrié para luego filtrar este residuo se lo colocó en la estufa a 100 °C, finalmente pesar (ver formula en la Tabla 1).

Determinación de holocelulosa: Para la determinación de holocelulosa se tomó 1 gramo de muestra libre de extractivos, se colocó cada muestra en un matraz y se añadió 150 ml de solución de clorito de sodio al 1,5 % y 10 gotas de ácido acético concentrado, se llevó a baño maría a 70 °C durante 45 minutos agitando constantemente. A esta solución se le agregó 5 gotas de ácido acético concentrado, 1 gramo de clorito de sodio sólido; se procedió a filtrar para finalmente colocarlo en la estufa a 105 °C para su secado y por

ultimo pesarlo (ver formula en el Tabla 1).

Tabla 1. Fórmulas para determinar la composición química de la madera

1. % *Extractivo*:
$$\frac{(masa\ seca\ del\ balón\ con\ extracto) - (masa\ seca\ del\ balón\ vacío)}{masa\ seca\ de\ la\ muestra} * 100$$
2. % *Cenizas* =
$$\frac{(masa\ de\ cenizas\ obtenidas) - (masa\ de\ crisol\ vacío)}{masa\ de\ muestra\ seca} * 100$$
3. % *Holocelulosa* =
$$\frac{(Masa\ seca\ del\ papel\ filtro\ +\ residuo) - (masa\ seda\ papel\ filtro\ vacío)}{masa\ seca\ de\ muestra} * 100$$
4. % *Lignina* =
$$\frac{(Masa\ seca\ del\ papel\ filtro\ +\ residuo) - (masa\ seda\ papel\ filtro\ vacío)}{masa\ seca\ de\ muestra} * 100$$

Análisis del suelo

Las muestras de suelo fueron recolectadas en el área de cada individuo en un radio de dos metros, para lo cual se cavo un hoyo de 40 por 20 centímetros de profundidad. Para el análisis químico se dejó secar las muestras de suelo, posteriormente se las trituro y se las tamizó a través de una malla N° 10.

Determinación de pH: En un frasco de plástico se colocó 20 gramos de muestra de suelo y se agregó 50 ml de agua destilada, se agitó por 5 minutos a 400 rpm, se dejó reposar por 30 minutos, y luego se procedió a leer el pH en el potenciómetro.

Determinación de Nitrógeno (N): Se pesó 2,5 gramos de muestra de suelo se agregó 25 ml de solución extractante (Olsen modificado). Después se agitó por 10 minutos a 400 rpm y se filtró; de esta se tomó 2,0 ml, se añadió 8,0 ml de fenol básico y 10 ml de hipoclorito de sodio (NaClO); se dejó reposar por 3 horas sin exponer a la luz directa. La curva de calibración se realizó utilizando las concentraciones de 0 – 62,5 – 12,5 – 18,7 – 25,0 ppm, tomando como punto más alto la solución patrón y como punto más bajo la solución extractante. Se lee la absorbancia a una

longitud de onda de 630 nm, finalmente se interpolo los datos de absorbancia de las muestras de la curva de calibración los resultados se reportan en mg de N por 1000 ml de suelo (ppm).

Determinación de Fósforo (P): Se tomó 1,0 ml del filtrado, se añadió 4,0 ml de agua destilada y 5,0 ml de reactivo de color para fósforo. Se dejó reposar por 1 hora. La curva de calibración se construyó con las concentraciones de 0 – 30 – 60 – 90 – 120 ppm, tomando como punto más alto (120 ppm) la solución de 12 mg/ml de P y como punto más bajo (0 ppm) la solución extractante. En el espectrofotómetro UV, se leyó la absorbancia a una longitud de onda de 680 nm. Al interpretar los datos de absorbancia de las muestras, en la curva de calibración, se reportó directamente el mg de P por 1000 ml de suelo (ppm)

Análisis y procesamiento de datos.

La tabulación, análisis y procesamiento de datos se realizó en Excel (Microsoft office 2010) y en el programa de InfoStat versión student 2018. Se aplicó una prueba no paramétrica de comparación múltiple de medias de Kruskal-Wallis, con el Test de Dunn a

posteriori, con el fin de evaluar las posibles diferencias significativas de la composición química de madera entre los cinco individuos considerados para el estudio. Para este análisis el nivel de significación a usar fue $p = 0,05$. Este análisis se hizo con la ayuda del paquete estadístico InfoStat.

Para conocer la relación entre la composición química de la madera y las propiedades químicas del suelo, se aplicó una correlación bivariada de Spearman (prueba no paramétrica) con un nivel de significancia = 0,05. Este análisis se llevó a cabo con el paquete estadístico InfoStar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química de la madera de *Cedrela odorata*

La composición química de la madera de *Cedrela odorata* L. analizada en los cinco árboles (Tabla 2), mostró en promedio: 5.64 % de contenido de extractivos, 1,24 % de ceniza, 30,15 % de lignina y 62,97 % de holocelulosa datos similares a los reportados por Tsoumis (1982) con referencia al tipo de madera latifoliadas entre las cuales se encuentra el cedro, con excepción de la holocelulosa.

Tabla 2. Valores promedio (\bar{x}) y desviación estándar (\pm DS) de las propiedades químicas de la madera.

°	Extractivos (%)	Ceniza (%)	Lignina (%)	Holocelulosa (%)
1	8,09	1,20	30,50	60,21
2	4,57	1,60	32,35	61,48
3	5,64	1,27	23,73	69,37
4	5,89	0,98	28,46	64,68

5	4,1	1,14	35,72	59,13
\bar{x} (%)	5,64	1,24	30,15	62,97
$\bar{x} \pm$ DS	1,57	0,23	4,47	4,13
CV	0,28	0,18	0,15	0,7

El contenido de extractivos para *Cedrela odorata* tuvo un porcentaje de 5,64 % valor cercano al obtenido por Rosales-Castro et al. (2016) quien encontró un porcentaje de 6,10 %, y es superior a los obtenidos por Segura (2019) quien presento valores de 3,5 y 4 % en un estudio realizado en plantaciones de *Cedrela odorata* de nueve y diez años de edad. Además, Aguinaca et al. (2019) reportó valores de 9,54 % para extractivos, el cual supera con gran diferencia los datos antes mencionados y el rango propuesto por Tsoumis (1982). De acuerdo con el resultado obtenido podemos acotar que *Cedrela odorata* al tener un elevado contenido de extractivos presenta cierto grado de resistencia natural al ataque de hongos e insectos, ya que los extraíbles incluyen compuestos tóxicos en su composición química que inhiben el ataque de estos. Además, influyen en la permeabilidad y en las propiedades físicas de la madera, como por ejemplo en la densidad básica, dureza y en la resistencia a la compresión (Panshin y De-Zeeuw, 1970).

El contenido de ceniza de *Cedrela odorata* fue de 1,24 % con diferencia estadísticamente significativa ($p = 0,0248$) entre los individuos estudiados, este valor está comprendido dentro del rango propuesto por Tsoumis (1982), se acerca a los valores reportados por Segura (2019) quien obtuvo valores de 2,33 % y 0,68 % en un estudio realizado en plantaciones de *Cedrela odorata* de nueve y diez años de edad y está por debajo del valor presentado por

Aguinsaca et al. (2019) quien reporto un valor de 3,25 %. Lima (2013) menciona que la cantidad de cenizas pueden variar de acuerdo a la especie y dentro de la misma, las condiciones del clima y época del año que fue recolectada la muestra, edad del árbol y condiciones edáficas en la que creció el individuo.

El contenido de lignina en *Cedrela odorata* fue de 30,47 % valor similar al obtenido por Santos García (2014); Rosales-Castro et al. (2016) y Gómez, Ríos, & Peña (2012) quienes presentaron valores de 31,6 %, 32,24 % y 33 % respectivamente. Además, Segura (2019) presento valores de 30,89 % y 28,64 % en un estudio realizado en plantaciones de *Cedrela odorata* de nueve y diez años de edad, y Aguinsaca et al. (2019) reportó valores de 16,53 % todos estos valores se encuentran dentro del rango propuesto por Tsoumis (1982). Barahona (2005) Rosales-Castro *et al.* (2016) y Santos García (2014) encontraron valores de 70,67, 71,65 % y 72,76 % respectivamente de holocelulosa, valores superiores al reportado por Gómez, Ríos, & Peña (2012) quien presento un porcentaje de 55 %, además indica que arboles con altos porcentajes de holocelulosa son aptos para la producción de bioetanol. Núñez (2008) manifiesta que los valores pueden ser afectados por factores climáticos y también pérdida de reactivos, esto hace que tengan un porcentaje bajo de holocelulosa. Al tener valores altos puede ser que aún contienen lignina en su composición, y al tener valores bajos es porque han perdido hemicelulosas (Núñez, 2008).

Relación entre la composición química de la madera de *Cedrela odorata* L., y as propiedades químicas del suelo

indica que su composición de lignina depende de muchos factores, entre ellos, el método utilizado para aislarlas, la especie que se estudie, la edad, parte del árbol, condiciones ambientales en que se ha desarrollado el árbol, etc. Sin embargo, Bauer et al. (2012) Manifiesta que este tipo de resultados puede variar dependiendo del método que se utilice ya que en los diferentes procesos mecánicos y/o químicos de su obtención se puede ir perdiendo debido a la naturaleza heterogénea de las materias primas (madera y pulpa), no hay ningún método disponible actualmente para el aislamiento cuantitativo de lignina natural o residual, sin el riesgo de modificar estructuralmente durante el proceso.

El componente más abundante en la composición química de la madera de *Cedrela odorata* es la holocelulosa con un porcentaje general de 62,97 %.

El análisis de las propiedades químicas del suelo proveniente de los árboles estudiados (Tabla 3), dio como resultado que el suelo en donde la especie creció son suelos muy ácidos (4,69); con un nivel medio de fosforo (33,74 ppm) y un alto contenido de nitrógeno (165,24 ppm). El nivel de pH encontrado se encuentra fuera de los rangos establecidos para el crecimiento de la especie de *Cedrela odorata* que son de 5 (ácido) a 6,1 (ligeramente ácido) (Marroquín, 1988). Sin embargo, Cintrón (1990) y Ávila et al. (2017) mencionan que esta especie crece en suelos ácidos y extremadamente ácidos ricos en fosforo derivados de rocas volcánicas (Ultisoles) y que el denominador común parece ser el drenaje y la aireación del suelo y no su pH.

Tabla 3. Valores promedio (\bar{x}), desviación estándar ($\bar{x} \pm DS$) y coeficiente de variación (CV) e interpretación de las propiedades analizadas del suelo (pH, fósforo y nitrógeno).

Muestra	pH	Interpretación	P ₂ O ₅ (ppm)	Interpretación	N (ppm)	Interpretación
Árbol 1	4,93	Muy Ácido	13,64	Bajo	91,10	Alto
Árbol 2	4,33	Muy Ácido	36,39	Medio	177,65	Alto
Árbol 3	4,60	Muy Ácido	41,44	Medio	188,01	Alto
Árbol 4	4,90	Muy Ácido	48,85	Alto	249,17	Alto
Árbol 5	4,70	Muy Ácido	28,37	Medio	120,26	Alto
\bar{x}	4,69	Muy Ácido	33,74	Medio	165,24	Alto
$\bar{x} \pm DS$	0,24		13,48		61,72	
CV	5,2		39,97		37,35	

Según la prueba de correlación Spearman la composición química de la madera *Cedrela odorata* (extractivos, ceniza, lignina y holocelulosa) y las propiedades químicas del suelo (pH, nitrógeno y fósforo) (Tabla 4). El contenido de ceniza está relacionada negativamente con el nivel de pH del suelo con una significancia igual a 0,01,

Guigues (2019) menciona que el pH tiene un rol importante en la asimilación de ciertos nutrientes como el nitrógeno, de la misma manera el fosforo está relacionado positivamente con el contenido de holocelulosa en la madera con un valor de significancia igual a 0,01.

Tabla 4. Relación estadística no paramétrica (Spearman) de la composición química de la madera de *Cedrela odorata* y las propiedades químicas del suelo.

			Composición química de la madera			
			Extractivos	Ceniza	Lignina	Holocelulosas
Coeficiente de correlación	de	P	0,12	-0,61*	0,04	-0,17
			H	0,67	0,02	0,89
Coeficiente de correlación	de	P	-0,16	-0,24	-0,48	0,63**
			H	0,54	0,36	0,07
Coeficiente de correlación	de	N	-0,23	-0,22	-0,48*	0,62**
			H	0,39	0,41	0,04

El nitrógeno está relacionado negativamente con la lignina con un coeficiente de relación de -0,48 (significancia 0,04), y positivamente al contenido de holocelulosa con un coeficiente de relación de 0,62 (significancia igual a 0,01) está información es similar a la encontrada por Quito (2019) quien manifestó que el nitrógeno del suelo está relacionado negativamente con la lignina, dando un valor de coeficiente de correlación de -0,470 (Sig. = 0,049) y la holocelulosa está relacionada directa y

proporcionalmente al nivel del nitrógeno, con un coeficiente de correlación de 0,769 y un valor de significancia de 0,001 en un estudio realizado con la especie *Schizolobium parahyba*. Según Rodríguez y Flores (2004) el nitrógeno tiene una acción directa sobre el incremento de la masa porque favorece el desarrollo del tallo y el crecimiento del follaje, para lograr un mejor crecimiento los niveles deben mantenerse alrededor de los 100 a 150 ppm, niveles cercanos al encontrado en este estudio que es de 165,24 ppm.

CONCLUSIONES

La composición química de la madera de *Cedrela odorata* del ecosistema forestal de la parroquia Zumba provincia de Zamora Chinchipe indica que la holocelulosa y la lignina son los componentes más abundantes y el contenido de extractivos y ceniza los componentes menos abundantes.

La composición química de la madera *Cedrela odorata* bajo las condiciones de este estudio se ve influenciada por las propiedades químicas del suelo

Los individuos de *Cedrela odorata* crecieron en suelos muy ácidos, con un contenido medio de fósforo y con un nivel alto de nitrógeno, estas propiedades establecieron cuatro relaciones estadísticamente significativas con la composición química de la madera de esta especie, estas son: fósforo vs. holocelulosa y nitrógeno vs. holocelulosa con una correlación positiva; mientras el pH vs. ceniza y nitrógeno vs. lignina con una correlación negativa

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguinsaca F., Rey, Y., Luzón, C., Jumbo, N., Fernández, P., González, J., & Pucha-Cofrep, D. (2019). (2019). *Caracterización química de cinco especies forestales en el sur de Ecuador*. Bosques Latitud Cero, 9(1), 110-118.

Ávila, R., Cruz, S., Domingo, H., Marmillod, D., Sagüi, H., Favio, A., ... Ramírez González, R. (2017). *Cedro Cedrela odorata. paquete tecnológico forestal*. Guatemala,

INAB. Recuperado de www.inab.gob.gt

Barahona, G. 2005. Variación de la composición química en albura, duramen y altura de madera pulpable de *Eucalyptus globulus* proveniente de monte alto y monte bajo. <https://pdfs.semanticscholar.org/282b/b7c34d00a885d1e26d81fe928df4b3ea7144.pdf>

Bárcenas, G. M., Ríos, R., Aguirre, J. R., Juárez, B. I., & Honorato, J. A.

- (2008). Composición química y densidad básica relativa de la madera de dos especies arbustivas de encino blanco de la Sierra de Álvarez, SLP, México. *Madera Bosques*.
- Bauer, S., Sorek, H., Mitchell, V.D., Ibáñez, A.B. Y Wemmer, D.E. (2012). Caracterización de lignina de *Miscantus giganteus* aislada mediante proceso Organosolv con etanol en condiciones de reflujo. *Revista de química agrícola y alimentaria*, 60, 8203-8212
- Castro, J., Muñoz, D., & Pucha, D. (2018). *Variabilidad anatómica de la madera en cuatro especies forestales de diferentes procedencias al sur del Ecuador*. 8(2), 16-29.
- Cayuela, L., & Granzow, I. (2012). Biodiversidad y conservación de bosques neotropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2), 1-5. <https://doi.org/10.7818/re.2014.21-1-2.00>
- Cintrón, B. B. (1990). *Meliaceae familia de la caoba*. 128-134.
- Gómez, E. A., Ríos, L. A., & Peña, J. D. (2012). Madera, un potencial material lignocelulósico para la producción de biocombustibles en Colombia. *Informacion Tecnologica*, 23(6), 73-86. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642012000600009>
- Guigues, A. A. (2019). *Evaluación de crecimiento de plantulas de Cedrela odorata y Grevillea robusta en diferentes sustratos durante su fase de propagación, Lima*. (August), 95. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31450.90563>
- Lima, L. (2013). *Evaluación De La Composición Química Y Propiedades Físicas De Madera Y Corteza De Cuatro Coníferas Para La Producción De Bioenergía*. Universidad autónoma de nuevo león.
- Marroquín, G. G. (1988). *Experiencias colombianas con cedro (Cedrela odorata L.)*. Por: Bogota-Colombia.
- Núñez, E. (2008). *Obtenido de Química de la madera*. Obtenido de <http://www.cenunez.com.ar/archivos/69-Paz>
- Panshin, A.J., De-Zeeuw, C. 1970. Libro de texto de tecnología de la madera, vol. 1, tercera edición, Estructura, Identificación, Usos y Propiedades de las Maderas Comerciales de Estados Unidos y Canadá. Mc. Serie Graw Hill en Foresta Fesources. E.E.U.U. 652p
- Quito, J. Jumbo, N. Fernández, P(2019). La composición química de la madera de *Schizolobium parahyba* y su relación con las propiedades químicas del suelo, en la Quinta Experimental "El Padmi", provincia Zamora Chinchipe. *Revista Bosques Latitud Cero* vol. 9(2) p.47-6
- Rodriguez, M., & Flores, V. (2004). Elementos Esenciales Y Beneficiosos. *Cyted*, (3), 25-36. Recuperado de <http://www.cyted.org>
- Rosales-Castro, M., Honorato-Salazar, J. A., Santos-García, A. B., Pérez-López, M. E., Colotl-Hernández, G., & Sánchez-Monsalvo, V. (2016). Composición química de las hojas y ramas de *Cedrela odorata* L. de dos plantaciones forestales como fuente de materia prima lignocelulósica. *Madera y Bosques*, 22(2), 131. <https://doi.org/10.21829/myb.2016.2>

221330

3456789/2909/1/T2.111.pdf

Samaniego, N., Eguiguren, P., Maita, J. A., & Aguirre, N. (2015). *Clima de la Región Sur el Ecuador : historia y tendencias*. (March 2016).

Santos García, A. B. (2014). *Evaluación química de subproductos de Cedrela odorata L. (cedro rojo) y propuesta de gestión para su aprovechamiento*. 97. Recuperado de <http://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/12>

Segura, B. (2019). *Propiedades de la madera de Cedrela odorata de nueve y diez años en un saf con theobroma cacao , comparado con una plantación pura de diez años. turrialba, costa rica*.

Tsoumis, George. (1982). *Ciencia y Tecnología de la Madera*. Editorial Van Nostrand Reinhold. Nueva York

Diversidad anatómica de cinco biotipos de la especie *Theobroma cacao* (cacao) en la región sur de Ecuador

Anatomical diversity of five biotypes of the species *Theobroma cacao* (cacao) in the southern region of Ecuador

Hector Zhiñin-Quezada², **Enrique Narváez-Manchay**¹, **Bryan Merino- Gálvez**¹, **Darwin Pucha-Cofrep**^{1,2}.

¹. Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. 110111, Loja – Ecuador

². Laboratorio de Anatomía de Maderas Tropicales, Universidad Nacional de Loja. Loja. Ecuador

* Autor para correspondencia: rolhec.8@gmail.com

RESUMEN

La agrobiodiversidad incluye la variabilidad a nivel específico y genético, sus dinámicas y relaciones entre la sociedad las plantas cultivadas y sus parientes silvestres. La especie *Theobroma cacao* L. tiene un alto valor cultural y económico en Ecuador porque ayuda alrededor de 100 000 familias rurales. No obstante, la estructura de su madera y la variabilidad de las características microscópicas entre sus biotipos es desconocido. Por ello, este estudio busca llenar este vacío con un análisis anatómico de la madera en sus tres planos (transversal, tangencial, y radial) de acuerdo a la normativa IAWA en cinco biotipos de *T. cacao* (aromático, criollo, forastero, trinitario y CCN51) procedente de los sectores Piuntza y Guayzimi de la provincia de Zamora Chinchipe. Se encontró que todos los biotipos presentaron placas de perforación simples, punteaduras poligonales alternas, parénquima axial difuso, radios multiseriadas y uniseriadas, radios con células procumbentes de 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales, no obstante, los cristales prismáticos, drusas, células de envoltura y células radiales perforadas eran variables. A nivel cuantitativo, con mayor altura de radios se presentó principalmente en los biotipos criollo y forastero, mientras que el biotipo CCN51 y trinitario obtuvieron mayores valores en vasos por milímetro cuadrado. Con esto se demostró que todos los individuos analizados, a pesar de ser de una misma especie tuvieron diferencias anatómicas, lo cual demuestra que el estudio microscópico de la madera es una herramienta muy útil para la identificación de biotipos dentro de una especie.

Palabras clave: Anatomía de la madera, cacao, biotipo, IAWA, agrobiodiversidad

ISSN N° 2708 - 9843

<https://doi.org/10.47840/ReInA20219>

Recibido: 28 de octubre 2020

Aceptado para su publicación: 15 de noviembre 2020

ABSTRACT

Agrobiodiversity includes variability at the specific and genetic level, its dynamics and relationships between cultivated plants and their wild relatives. The *Theobroma cacao* L. species has a high cultural and economic value in Ecuador because it helps around 100,000 rural families. However, the structure of its wood and the variability of microscopic characteristics between its biotypes is unknown. For this reason, this study seeks to fill this gap with an anatomical analysis of the wood in its three planes (transverse, tangential, and radial) according to IAWA regulations in five biotypes of *T. cocoa* (aromático, criollo, forastero, trinitario y CCN51) from the Piuntza and Guayzimi sectors of the province of Zamora Chinchipe. It was found that all biotypes presented simple perforation plates, alternating polygonal pits, diffuse axial parenchyma, multiseriate and uniseriate rays, rays with procumbent cells of 2-4 rows of vertical and / or marginal square cells, however, the prismatic crystals, drusen, envelope cells, and perforated radial cells were variable. At a quantitative level, the highest radii were found mainly in the creole and foreign biotypes, while the CCN51 and trinitario biotypes obtained higher values in vessels per square millimeter. With this, it was shown that all the individuals analyzed, despite being of the same species, had anatomical differences, which shows that the microscopic study of wood is a very useful tool for the identification of biotypes within a species.

Keywords: Wood anatomy, cacao, biotype, IAWA, agrobiodiversity

INTRODUCCIÓN

En las actuales circunstancias la conservación de la agrobiodiversidad es un tema prioritario a nivel mundial debido a contribuye a la productividad, sostenibilidad y estabilidad de los sistemas agrícolas independientemente del nivel de complejidad de éstos (Arias y Cano, 2016), no obstante se presume que muchas especies y variedades se han perdido ya sea por desuso, pérdida de los recursos vegetales, o adopción de nuevas técnicas agrícolas, cambios en el clima y en el uso de la tierra, por consiguiente, nuevos sistemas alimentarios, traduciéndose en una progresiva erosión

genética (Bergel, 2017; Casas y Parra, 2007; Firbank, 2005; Jenkins, 2003; Muñoz-Saéz, Albornoz Gutiérrez, y Renwick, 2019; Thomas *et al.*, 2004).

A escala mundial las investigaciones dirigidas a conocer el funcionamiento de los agroecosistemas integrales son aún incipientes (González *et al.*, 2018), a pesar de que las exigencias sociales requieren de la disponibilidad de diversidad genética para el desarrollo de sistemas de producción sostenibles, eficientes y competitivos; así como también para elevar su calidad de vida en el contexto rural, puesto que son fuentes de leña, fruta, madera, sombra y plantas medicinales, de las cuales además de satisfacer sus necesidades los excedentes

se convierten en ingresos económicos a través de su comercialización (Méndez, Bacon, Olson, Morris, y Shattuck, 2013).

Frente a esto es importante generar conocimiento en aspectos referentes a coleccionar, conservar y conocer los atributos de las poblaciones en mantenimiento de especies de valor actual y taxones relacionados, al igual que entidades biológicas con potencial de desarrollo, lo cual cobra importancia dada la creciente erosión genética (Casas y Parra, 2007). En esta perspectiva tenemos a la especie *Theobroma cacao*, un árbol siempre verde de gran importancia económica, que habita en los trópicos, usado para un sinnúmero de fines, ya sean estos alimenticio, medicinal, ritual, etc. por numerosas culturas a lo largo de la historia. Aunque todavía se encuentra en los bosques de forma silvestre, el cacao se domesticó desde tiempos inmemorables; fue cultivado en Centro y Sudamérica y actualmente a nivel mundial (Argout *et al.*, 2011; Casas, Rodríguez, Julia, Urbina, y Cruse-sanders, 2017; Coe y Coe, 1999; Crown y Hurst, 2009; Jimenez *et al.*, 2018; Lanaud, Loo Solórzano, Zarrillo, y Valdez, 2012; McNeil, 2011), *Theobroma cacao*, proviene del griego, theo “Dios”, y broma, “alimento”; es decir, alimento de los Dioses (Waizel-Haiat *et al.*, 2012).

La cultura del cacao en Ecuador es antigua, se sabe que, a la llegada de los españoles en la costa del Pacífico, ya se observaron grandes árboles de cacao que demostraban el conocimiento y la utilización de esta especie en la región costera, antes de la llegada de los

Europeos. En el Ecuador actual se cultivan algunos tipos de cacao, pero la variedad conocida como aromático o nacional es la más buscada entre los fabricantes de chocolate por la calidad de sus granos y la finura de su aroma (Lanaud *et al.*, 2012). En forma general se conoce que el cacao se divide genéticamente en 3 grandes grupos: los Criollos, los Forasteros y una mezcla de ellos que se les denomina Trinitarios, el nacional que es clasificado en un grupo separado por tener distancias genéticas de los Forasteros, Trinitarios y Criollos, también tenemos su clon CCN51 (IICA y FAO, 2007; Jimenez *et al.*, 2018).

En la región sur de Ecuador, recientes investigaciones arqueológicas, realizadas, han puesto en evidencia contextos que demuestran el uso del cacao hace 5 300 años antes del presente, en el sitio Santa Ana-La Florida, de Zamora Chinchipe por la cultura Mayo-Chinchipe (IICA y FAO, 2007). Hasta la actualidad, el alimento de los dioses en sus diferentes variedades se evidencia en las chacras de los nativos shuar del cantón Nangaritza (Guayzimi) y Zamora (Piuntza), constituyéndose en un claro ejemplo de mantenimiento de la agrobiodiversidad amazónica.

En los últimos años varios autores han investigado al cacao desde múltiples perspectivas, ya sea epigráficas, lingüísticas, iconográficas, biológicas, etnográficas, por citar algunas, produciendo una literatura muy amplia (Nájera, 2011). Sin embargo, su fisiología vegetal no es bien conocida, y mucho menos su estructura anatómica

microscópica, por tanto, existe un vacío de información científica, motivo por el cual se presenta esta primera descripción, con el propósito de conocer las diferencias o similitudes microscópicas entre las diferentes variedades de la especie, información que se puede considerar una base para posteriores estudios y proyectos encaminados a garantizar la sostenibilidad de la especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se realizó en la región sur de Ecuador en la provincia de Zamora Chinchi en los sectores Piuntza, en las coordenadas 736214;44 Longitud W y 9571917;49 Latitud S, a una altitud de 955 m s.n.m., y Guayzimi, en las coordenadas 757712;38 Longitud W y 9553062;4 Latitud S, a una altitud de 872 m s.n.m. (figura 1). Se seleccionaron 10 individuos de la especie *Theobroma cacao*, dos por cada variedad tomando en cuenta su buen estado fitosanitario, así como un fuste recto.

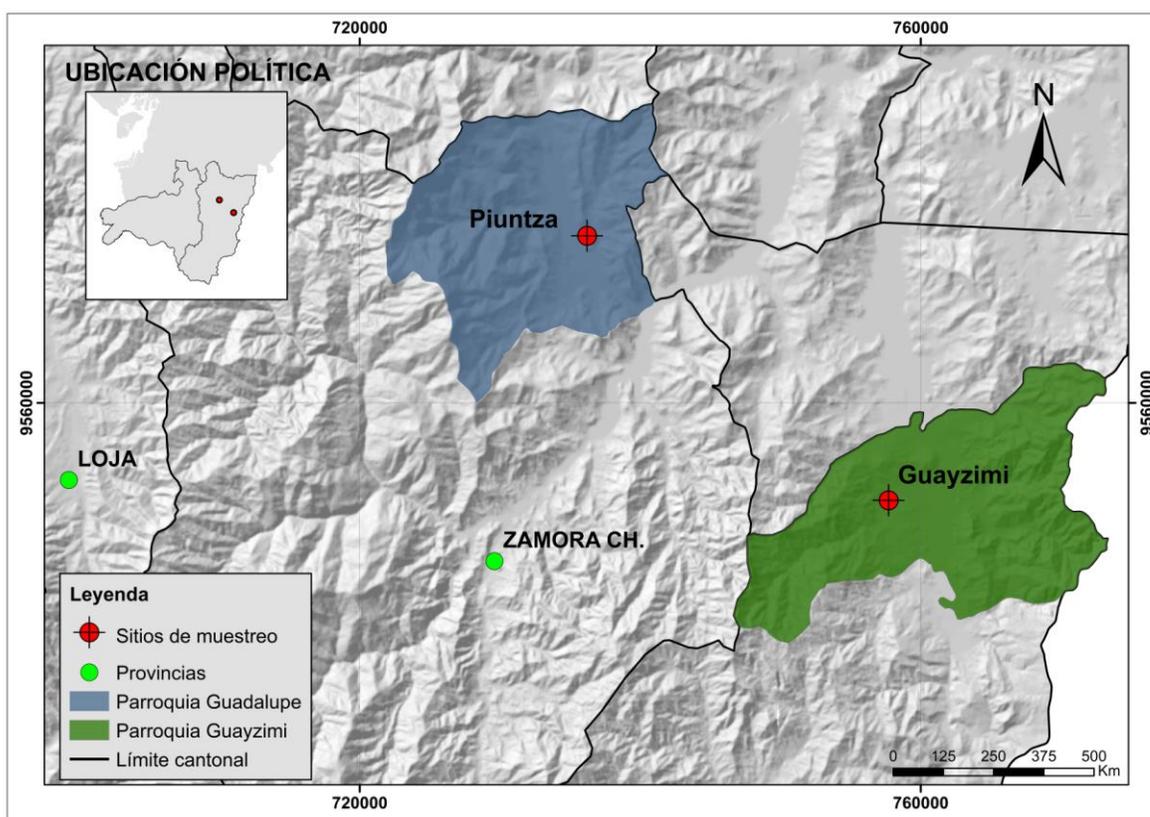


Figura 1. Sitios de muestreo (punto rojo) en los sectores Piuntza y Guayzimi (Zamora Chinchipe-Región Sur de Ecuador).

Análisis microscópico de la madera

Una vez tomadas las muestras de madera, de cada una de estas, se cortaron en cubos de 1 cm³, para el proceso de obtención de

cortes en sus planos transversal, tangencial, y radial. Seguidamente, se realizó la tinción, sellado permanente, y

toma de fotografías digitales basados en la metodología de Feijoo et al., (2018).

El análisis de las características cualitativas y cuantitativas, se evaluó de acuerdo a la normativa de la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera IAWA (Wheeler et al., 2016), A través de un microscopio OLYMPUS modelo BX41TF, y mediante el Software Infinity Analyze v6 se realizó el registro fotográfico que permitió determinar las principales características anatómicas de la madera (vasos, parénquima, radios, punteaduras y placas de perforación), además, también se utilizó el software ToupView. Las fotografías fueron tomadas en sus tres planos anatómicos con los lentes de de aumento 4x, 10x, 20x y 40x.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características cualitativas

En la característica Anillos de crecimiento visibles solo presentaron los biotipos: aromático, CCN51 y trinitario, mientras que la variedad criollo y forastero presentaron anillos de crecimiento poco visibles o ausentes. En cuanto a la porosidad solo la variedad CCN51 presento anillos porosos a semiporosos, mientras que los demás solo presentaron anillos con poros difusos, se evidencio que en las 5 variedades los vasos no seguían un patrón definido de disposición. Los 5 biotipos presentaron placas de perforación simples y punteaduras intervasculares alternas, poligonales, algunas veces circulares a

ovaladas. Punteaduras de vaso-radio con abertura reducida o aparentemente simples, forma redondeada o alargada. Solo se evidencio tilosis en la variedad trinitario. Fibras no septadas, con paredes delgadas, punteaduras indistintamente areoladas. Parénquima apotraqueal difuso, en agregados, paratraqueal escaso, vasicéntrico delgado. Radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales. Solo la variedad criollo y forastero presentaron células envolventes. Células radiales perforadas presentes en las variedades criollo, forastero y trinitario. Cristales prismáticos en células cuadradas o erectas de los radios solo presentaron las variedades provenientes del sector Piuntza y drusas solo se evidencio en la variedad aromático (cuadro 1) (figura 2).

Desde el punto de vista de caracteres cualitativos, se encontró similitud entre las variedades estudiadas y en su totalidad coinciden con las reportadas por (Detienne y Jacquet, 1984; Kotowska, Hertel, Rajab, Barus, y Schuldt, 2015; León, 2015), no obstante la presencia de cristales prismáticos solo se evidencio en las especies provenientes del sector Piuntza concordando con Espinoza (1987) el cual sostiene que los cristales en la madera ocurren frecuentemente en las células radiales, células de parénquima axial, a veces en las fibras y rara vez en los vasos y que la presencia en proporciones bajas de cristales en la madera puede estar relacionada con las características de sitio, especialmente con condiciones edáficas, no obstante no se discrepa con lo reportado por Espinoza y

León Hernández (2002) quienes reportaron que la característica similar entre las 31 especies de la clase magnoliopsida estudiadas fue la presencia de cristales prismáticos, el 96.77% de las especies presentó estas incrustaciones.

Se debe mencionar que en algunas variedades se evidenció presencia anillos de crecimiento visible y en otras son poco visibles o ausentes, lo que puede ser indicativo de la sensibilidad de *Theobroma cacao* ante la acción de

factores externos y como respuesta se forman estas características, así Avila *et al.*, (2011) sostienen que el crecimiento depende en gran medida de las características genéticas de cada especie y de la influencia de factores internos (edad) y externos (clima, suelo, competencia y sitio) y la variación intra e inter anual en diferentes especies está relacionada a factores limitantes como la precipitación y temperatura principalmente.

Tabla 1. Características microscópicas de la madera de cinco biotipos de *T. cacao*: aromático, CCN51, criollo, forastero y trinitario de acuerdo a la Normativa IAWA (La X indica la presencia de cada característica)

Cód. IAWA	Característica	Aromático	CCN51	Criollo	Forastero	Trinitario
	Anillos de crecimiento					
1.	Anillos de crecimiento visibles	X	X			X
2.	Anillos de crecimiento poco visibles o ausentes			X	X	
	Vasos (porosidad)					
4.	Anillos semiporosos		X			
5.	Anillos con poros difusos	X		X	X	X
	Disposición de los vasos o poros					
9.	Vasos (poros) exclusivamente solitarios (90% o más)			X	X	
	Agrupación de vasos					
12.	Perfil angular de vasos solitarios	X	X			
	Placas de perforación					
13.	Placas de perforación simples.	X	X	X	X	X
	Punteaduras intervasculares: disposición y tamaño					
21.	Punteaduras intervasculares opuestas		X			
22.	Punteaduras intervasculares alternas	X		X	X	X
23.	Forma de Punteaduras poligonales alternas	X		X	X	X
	Tamaño de punteaduras intervasculares					

Diversidad anatómica de cinco biotipos de la especie Theobroma cacao (cacao) en la región sur de Ecuador

25.	Pequeño - 4-7 μm		X		X	
26.	Medio - 7-10 μm	X		X		X
Punteaduras vasos-radios						
30.	Punteaduras vasos-radios con distintos bordes; similar a las perforaciones intervasculares en forma y tamaño a través de células radiales	X	X	X	X	X
31.	Punteaduras vasos-radios con bordes muy reducidos a aparentemente simples: punteaduras redondeadas o angulares	X	X	X	X	X
35.	Punteaduras vasos-radios restringidos a filas marginales	X		X	X	X
Diámetro tangencial de la luminaria del vaso						
41.	50–100 μm	X	X	X		X
42.	100–200 μm				X	
Vasos por milímetro cuadrado						
47.	5-20 vasos por milímetro cuadrado	X	X	X	X	
Longitud media de vasos						
52.	$\leq 350 \mu\text{m}$		X	X		X
53.	350-800 μm	X			X	
61.	Fibras con simples a diminutas punteaduras bordeadas	X	X			X
66.	Fibras septadas Ausentes	X		X		X
Espesor de la pared de fibras						
68.	Fibras de pared muy fina	X	X	X	X	X
Longitudes medias de fibra						
72.	900–1600 μm	X	X	X	X	X
Parénquima axial apotraqueal						
76.	Parénquima axial difuso	X	X	X	X	X
77.	Parénquima axial difuso en agregados.	X	X	X	X	X
Parénquima axial paratraqueal						
78.	Parénquima axial paratraqueal escaso	X	X	X	X	X
79.	Parénquima axial vasicéntrico	X	X	X	X	X
Parénquima en bandas						
86.	Parénquima axial en bandas finas o líneas de hasta tres células de ancho	X	X	X	X	X
Parénquima axial por tipo de células / longitud de hebra						
92.	Cuatro (3-4) células por hebra de parénquima	X	X			
93.	Ocho (5-8) células por hebra de parénquima			X		X
94.	Más de ocho células por hebra de parénquima				X	
Radios (ancho de radio)						
97.	Radios con ancho de 1 a 3 series	X	X	X	X	X
98.	Radios comúnmente de 4 a 10 series	X	X			

99.	Radios comúnmente mayores a 10 series			X	X	X
100.	Radios con porciones multiseriadas y porciones uniseriadas.	X	X	X	X	X
Radios agregados						
101.	Radios agregados	X	X			
Altura de radio						
102.	Radios de altura mayor a 1 mm	X	X	X	X	
Radios de dos tamaños distintos						
103.	Radios de dos tamaños distintos	X	X	X	X	X
Radios: composición celular						
106.	Cuerpo del radio con células procumbentes y una sola fila de células verticales y/o cuadradas marginales		X	X	X	X
107.	Cuerpo del radio con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales	X	X	X	X	X
109.	Radios con una mezcla de células procumbentes, cuadradas y verticales	X	X			
110.	Células de envoltura			X	X	
112.	Células de radios perforados	X		X	X	X
Radios por milímetro						
114.	≤ 4 / mm	X	X	X	X	
115.	4–12 / mm					X
Organización de estructura						
119.	Radio bajos ordenados, radios altos no ordenados		X	X	X	
120.	Parénquima axial y / o elementos de vasos ordenados	X				X
122.	Radios y / o elementos axiales ordenados irregularmente.	X	X			
Inclusiones minerales (cristales prismáticos)						
136.	Cristales prismáticos presentes.	X	X	X	X	X
137.	Cristales prismáticos en células de radios rectos y / o cuadrados.	X	X	X	X	X
138.	Cristales prismáticos en células de radios procumbentes.	X				
140.	Cristales prismáticos en cámaras rectas y / o radios de células cuadradas	X			X	X
Drusas						
144.	Drusas presentes.	X				
Otras características diagnósticas del cristal						
154.	Más de un cristal de aproximadamente el mismo tamaño por celda o cámara	X		X	X	X
155.	Dos tamaños distintos de cristales por celda o cámara.			X	X	X
Información no anatómica						
186.	Sudamérica tropical	X	X	X	X	X
Hábito						

Diversidad anatómica de cinco biotipos de la especie Theobroma cacao (cacao) en la región sur de Ecuador

189.	árbol	X	X	X	X	X
Gravedad específica						
194.	Medio de gravedad específica básica, 0,40-0,75	X	X	X	X	X
Color del duramen						
199.	Duramen básicamente amarillo o tonos de amarillo.	X	X	X	X	X
200.	Duramen básicamente blanco a gris.	X	X	X	X	X
202.	Duramen sin vetas	X	X	X	X	X

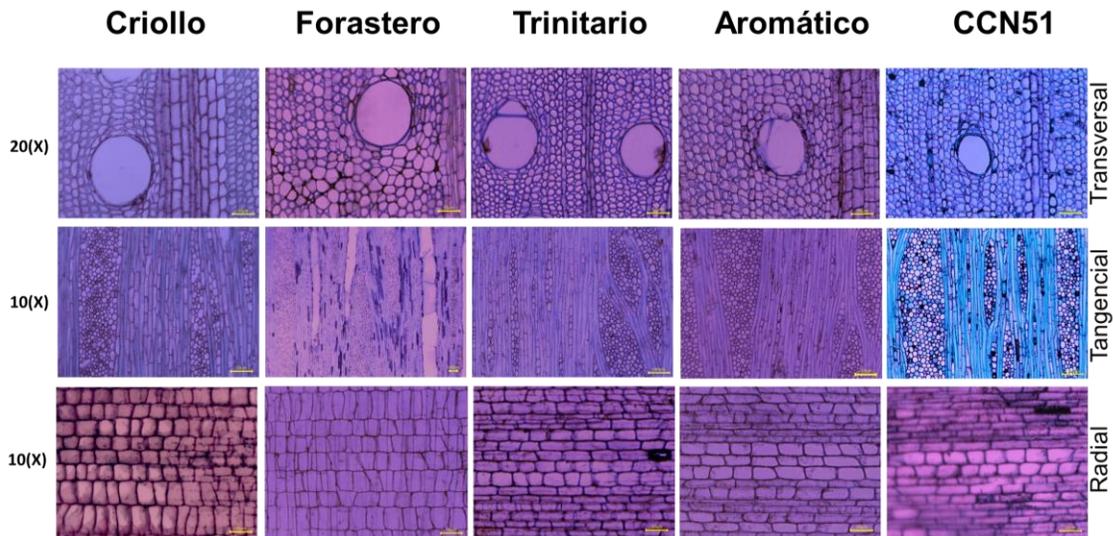


Figura 2. Imágenes microscópicas de cinco biotipos de *T. cacao* (aromático, CCN51, criollo, forastero y trinitario) en sus respectivos planos anatómicos. De arriba abajo: transversal (20X), tangencial (10X), y radial (10x). Escala 100 um.

Características cuantitativas

En general, las variedades CCN51 y trinitario presentaron mayor número de vasos por milímetro cuadrado (20-40um), mientras que las demás variedades presentaron de 5-20 um, sin mostrar diferencias significativas entre las variedades en estudio. La mayor diferencia observada entre variedades fue en la variable tamaño de punteaduras en la cual el biotipo trinitario presento punteaduras más grandes con relación a las demás variedades en estudio. Con respecto a la variable altura de vasos se

reportó para la variedad trinitario alturas de vaso menores a 1 milímetro, no obstante, las demás variedades en estudio presentaron alturas mayores, en cuanto a longitud de vasos las variedades forastero y nacional obtuvieron mayor longitud en sus vasos, finalmente en cuanto a longitud de fibras todas las variedades en estudio no presentaron diferencias significativas (figura 3).

Al presentar paredes finas en sus fibras y aumento su diámetro del lumen se determina que la madera de la especie en estudio se considera liviana a

moderadamente liviana y pesada, característica dada por la estructura anatómica microscópica en mención, según Mc Donald *et al.* (1995) mencionan que los incrementos en la densidad de la madera están directamente asociados a un aumento en el grosor de paredes de las fibras, disminución del diámetro del lumen de las fibras y aumento en la frecuencia o cantidad de fibras, por otra parte, los valores antes descritos permitieron clasificarla según lo señala AEIM (2016 - 2019) como una madera ligera a semiligera.

Respecto a la característica diámetro del lumen del vaso (50 –100 μm) tamaño de puntea duras (7-10 μm) y longitud de vasos ($\leq 350 \mu\text{m}$) presentan similitud en las dimensiones con respecto a lo reportado por León (2015), así como el largo de radios que es característico de la especie reporto de distintos tamaños (uniseriados y pluriseriados) y mayores a 1 milímetro con excepción de la variedad trinitario.

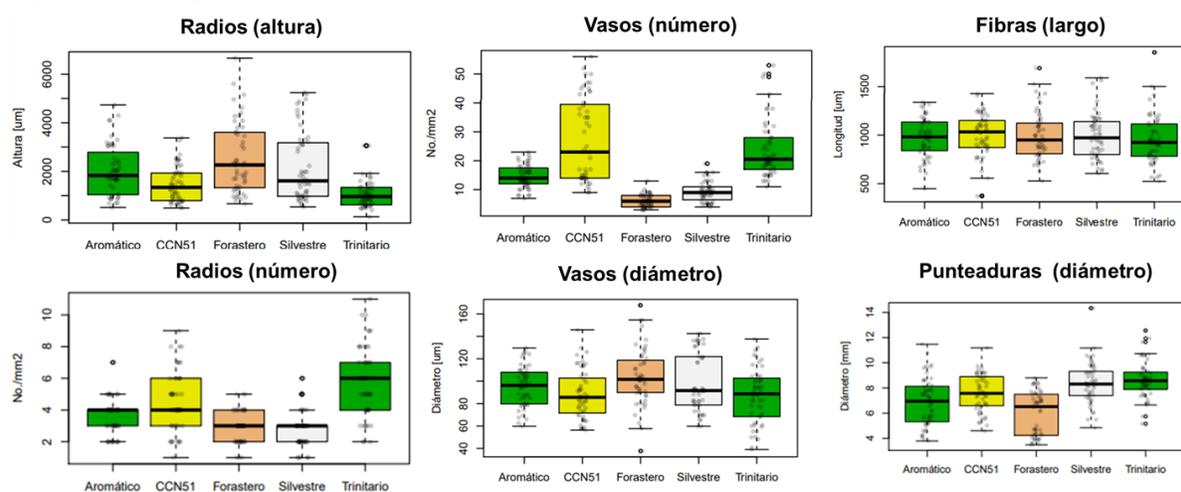


Figura 3. Diagramas de caja mostrando la variabilidad de las características cuantitativas en cinco biotipos de *T. cacao* (aromático, CCN51, criollo, forastero y trinitario) (IAWA).

CONCLUSIONES

Las características anatómicas cuantitativas y cualitativas, variables en las diferentes variedades estudiadas fueron células de radios perforados, presencia de cristales, drusas, presencia de tilósis, así como la altura de radios y densidad de vasos, constituyéndose en una herramienta clave al momento de estudiar la identificación y variabilidad de la madera de la especie *T. cacao*.

El presente estudio demostró que la agrobiodiversidad también se manifiesta en la a nivel microscópico de la madera, puesto que se demostró que todos los individuos analizados, a pesar de ser de una misma especie tuvieron diferencias significativas en sus estructuras anatómicas cuantitativas y cualitativas.

Agradecimientos:

Un agradecimiento muy especial al proyecto de investigación 21-DI-FARNR-

2019: “Impacto de las variaciones climáticas en la fijación de carbono en ecosistemas forestales al sur de Ecuador” de la carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja por todo el soporte en la realización de este estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEIM. (2016 - 2019). *Promoviendo la madera para un mundo más sostenible y saludable*. España. Asociación del comercio e industria de la madera. Recuperado de <http://www.aeim.org/index.php/clasificacion-de-maderas-comerciales-segun-sus-caracteristicas/>
- Argout, X., Salse, J., Aury, J. M., Gultinan, M. J., Droc, G., Gouzy, J., ... Lanaud, C. (2011). The genome of *Theobroma cacao*. *Nature Genetics*, 43(2), 101–108. <https://doi.org/10.1038/ng.736>
- Arias, M. L., y Cano, C. I. M. (2016). Conservación de recursos genéticos de la agrobiodiversidad como apoyo al desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10(1), 33. https://doi.org/10.21930/rcta.vol10_num1_art:126
- Avila Barrientos, Y., Ballón Falcón, C., Bustamante de los Ríos, K., Condori Caballón, C., Rosero Alvarado, J., y Chavesta Custodio, M. (2011). Evaluación del crecimiento de árboles de *Enterolobium cyclocarpum* (JACQ.) Griseb (Oreja de negro) a través del análisis dendrocronológico. *Xilema*, 24(1), 18–25.
- Bergel, S. D. (2017). La agrobiodiversidad como tema bioético. *Alegatos*, 96, 349–364. Retrieved from <http://alegatos.azc.uam.mx/index.php/ra/article/viewFile/240/237>
- Casas, A., y Parra, F. (2007). Parientes silvestres y cultura. *Leisa*, 23(2), 5–8.
- Casas, A., Rodríguez, S. G., Julia, C., Urbina, F., y Cruse-sanders, J. (2017). Manejo y domesticación de plantas en Mesoamérica. Una estrategia de investigación y estado del conocimiento sobre los recursos genéticos. *Domesticación En El Continente Americano*, (May), 1–18.
- Coe, S. D., y Coe, M. D. (1999). *La verdadera historia del chocolate (The True History of Chocolate)*. (Fondo de Cultura Económica, Ed.) (Vol. 396). Mexico. Retrieved from <http://www.revistascisan.unam.mx/voices/pdfs/5623.pdf>
- Crown, P. L., y Hurst, W. J. (2009). Evidence of cacao use in the Prehispanic American Southwest. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(7), 2110–2113. <https://doi.org/10.1073/pnas.0812817106>
- Detienne, P., y Jacquet, P. (1984). *Atlas d'identification des bois de l'amazonie et des region voiseines*. (Técnica del centro Forestier Tropical, Ed.) (Vol. 5). Nogent s /

- Marne.
- Espinoza de Pernía, N., y León Hernández, W. J. (2002). Estudio anatómico del leño de 56 especies de la subfamilia Papilionoideae (Leguminosae) en Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*, 46(1), 59–71.
- Espinoza de pernia, N. (1985). Cristales y silice en maderas dicotiledoneas de Latinoamerica.
- Feijoo, C. E., Ramón, D. D., y Cofrep-Pucha, D. (2018). *Guía para cortes anatómicos de la madera*. (A. y de R. N. R. Facultad, de I. Carrera, y de A. de M. T. Laboratorio, Eds.). Loja.
- Firbank, L. G. (2005). Striking a new balance between agricultural production and biodiversity. *Annals of Applied Biology*, 146(2), 163–175.
- González, Y., Leyva, A., Pino, O., Mercadet, A., Antonioli, Z. I., Arévalo, R. A., ... Gómez, Y. (2018). El funcionamiento de un agroecosistema premontañoso y su orientación prospectiva hacia la sostenibilidad: rol de la agrobiodiversidad. *Cultivos Tropicales*, 39(1), 21–34. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=129551895&lang=es&site=ehost-live>
- IICA, y FAO. (2007). Estudio de caso: denominación de origen “cacao arriba.” Quito, Ecuador: IICA Ecuador. Retrieved from <http://www.fao.org/fileadmin/templa>
- tes/olq/documents/Santiago/Documentos/Estudios de caso/Cacao_Ecuador.pdf
- Jenkins, M. (2003). Prospects for Biodiversity. *Science*, 302(5648), 1175–1177. <https://doi.org/10.1126/science.1088666>
- Jimenez, J. C., Amores, F. M., Solórzano, E. G., Rodríguez, G. A., La Mantia, A., Blasi, P., y Loor, R. G. (2018). Differentiation of Ecuadorian National and CCN-51 cocoa beans and their mixtures by computer vision. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(7), 2824–2829. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8790>
- Kotowska, M. M., Hertel, D., Rajab, Y. A., Barus, H., y Schuldt, B. (2015). Patterns in hydraulic architecture from roots to branches in six tropical tree species from cacao agroforestry and their relation to wood density and stem growth. *Frontiers in Plant Science*, 6(March). <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00191>
- Lanaud, C., Loor Solórzano, R., Zarrillo, S., y Valdez, F. (2012). Origen y domesticación del cacao y su uso temprano en Ecuador. *Nuestro Patrimonio*, (May 2014), 12–14.
- León, W. (2015). Anatomía xilemática de tronco y ramas de *Theobroma cacao* L. (Malvaceae: Byttnerioideae). *Ernstia*, 25(November), 1–17.
- McNeil, C. (2011). *Chocolate in Mesoamerica: A Cultural History of Cacao*. *Chocolate in Mesoamerica*.

- <https://doi.org/10.5744/florida/9780813029535.001.0001>
- Méndez, V. E., Bacon, C. M., Olson, M. B., Morris, K. S., y Shattuck, A. (2013). Conservación de Agrobiodiversidad y Medios de Vida en Cooperativas de Café Bajo Sombra en Centroamérica. *Ecosistemas*, 22(1), 16–24. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2013.22-1.04>
- Muñoz-Saéz, A., Alborno Gutierrez, F., y Renwick, L. L. R. (2019). Agrobiodiversidad nativa ligada a pueblos indígenas y campesinos en Chile. *Huertas Familiares y Comunitarias: Cultivando Soberanía Alimentaria*, (February).
- Nájera Coronado, M. I. (2011). El mono y el cacao: la búsqueda de un mito a través de los relieves del grupo de la serie inicial de Chichén Itzá. *Estudios de Cultura Maya*, 39, 133–172.
- Thomas, C. D., Cameron, A., Green, R. E., Bakkenes, M., Beaumont, L. J., Collingham, Y. C., ... Williams, S. E. (2004). Extinction risk from climate change. *Nature*, 427(6970), 145–148. <https://doi.org/10.1038/nature02121>
- Waizel-Haiat, S., Waizel-Bucay, J., Antonio Magaña-Serrano, J., Campos-Bedoya, P., Eduardo San Esteban-Sosa, J., y Waizel Haiat, S. (2012). Cacao y chocolate: seducción y terapéutica. *Anales Médicos*, 57(3), 236–245. Retrieved from <http://www.medigraphic.com/analesmedicos>
- Wheeler, E. A., Baas, P., y Gasson, P. E. (2016). IAWA List of Microscopic Bark Features. *IAWA Journal*, 37(4), 517–615. <https://doi.org/10.1163/22941932-20160151>.

Composición química de la madera de *Juglans Neotropica* Diels., y su relación con las propiedades químicas del suelo en la parroquia Valladolid, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador

Chemical composition of the wood of *Juglans neotropica* Diels., and its relationship with the chemical properties of the soil in Valladolid parish, Zamora Chinchipe province, Ecuador

Valverde - Rodríguez, Jhuliana Xiomara^{1*}. Jumbo – Benítez, Nohemí del Carmen¹ Fernández – Guarnizo, Paulina Vanesa². González Rogel, Julia Beatriz³. Iñiguez – Ordoñez, Diana Paulina⁴. Pucha – Cofrep, Darwin Alexander¹.

¹ Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Loja. 110111, Loja – Ecuador.

² Carrera de Ingeniería Agronómica. Universidad Nacional de Loja. 110111, Loja - Ecuador

³ Laboratorio de química. Universidad Nacional de Loja. 110111, Loja – Ecuador.

⁴ Laboratorio de Suelos. Universidad Nacional de Loja. 110111, Loja - Ecuador.

*Autor para correspondencia: jxvalverde@unl.edu.ec

RESUMEN

Esta investigación evaluó la composición química de la madera de *Juglans neotropica* Diels (Nogal) y su relación con las propiedades químicas del suelo, en un ecosistema forestal húmedo de la parroquia Valladolid al sur de Ecuador. Para ello se tomó muestras de madera de cinco árboles de Nogal y muestras de suelo alrededor de cada individuo en un radio de dos metros. Posteriormente, en laboratorio se llevó a cabo la caracterización química de la madera, el análisis edáfico. Para el análisis estadístico entre variables, se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis y de Spearman. Los resultados mostraron que la madera de Nogal posee mayor porcentaje de holocelulosa (78.91%), seguido de lignina (13.39%), y en menores proporciones de extractivos (5.76%) y cenizas (1.94%). El suelo presentó un pH promedio de 5.21 (ácido), niveles altos de nitrógeno (159.39 ppm) y fósforo (57.33 ppm). Se evidenció que entre las variables de suelo y madera existen dos relaciones negativas significantes (nitrógeno-holocelulosa y fósforo-extractivos), y una relación positiva (nitrógeno-lignina). Sin embargo, el pH y la ceniza no presentaron ninguna relación con los componentes y propiedades analizadas.

Palabras clave: Extractivos, ceniza, lignina, holocelulosa, pH, Juglans.

ISSN N° 2708 - 9843

<https://doi.org/10.47840/ReInA202120>

Recibido: 28 de octubre 2020

Aceptado para su publicación: 20 de noviembre 2020

ABSTRACT

This research evaluated the chemical composition of the wood of *Juglans neotropica* Diels (Walnut) and its relationship with the chemical properties of the soil, in a humid forest ecosystem of the Valladolid parish in southern Ecuador. For this purpose, wood samples were taken from five walnut trees and soil samples around each individual within a radius of two meters. Later, in the laboratory, the chemical characterization of the wood was carried out, as well as the edaphic analysis. For statistical analysis between variables, we used the non-parametric test of Kruskal-Wallis and Spearman. The results showed that the wood of Walnut has greater percentage of holocellulose (78.91%), followed by lignin (13.39%), and in smaller proportions of extractive (5.76%) and ashes (1.94%). The soil presented an average pH of 5.21 (acid), high levels of nitrogen (159.39 ppm) and phosphorus (57.33 ppm). It was evidenced that among the variables of soil and wood there are two significant negative relationships (nitrogen-holocellulose and phosphorus-extractants), and a positive relationship (nitrogen-lynogen). However, the pH and the ash did not present any relation with the components and properties analyzed.

Key word: Extractives, ash, lignin, holocellulose, pH.

INTRODUCCIÓN

Ecuador es considerado como un país megadiverso por poseer atributos únicos en biodiversidad y endemismo, razón por la cual el manejo de los recursos naturales debe estar orientado a revertir los procesos de degradación, a generar beneficios económicos y al mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones actuales y futuras (FAO, 2004; Medina, 2015). A pesar de esto, existen especies que aún no han sido investigadas con respecto a sus propiedades químicas; las cuales son de interés para la industria papelera, la agricultura y ganadería (Urrelo, Leal y Bozo, 2016).

El estudio de caracterización química de la madera nos permite conocer los contenidos de holocelulosa, lignina, extractivos y ceniza, producidos durante el periodo de vida de cada individuo. Estas ejercen una gran influencia en otras propiedades de la madera, como, por ejemplo, las propiedades físicas, organolépticas y mecánicas. La composición química de la madera, a su vez, depende principalmente de los

factores ambientales y edáficos, que son los que determinan la concentración, en mayor o menor porcentaje, de los componentes químicos presentes en la madera (Anguisaca et al., 2019).

En la literatura es frecuente encontrar estudios sobre la relación de las características químicas del suelo y el clima con la tasa de crecimiento y la acumulación de biomasa (Mekonnen, 2006). No obstante, los estudios sobre el efecto del suelo en las propiedades químicas de la madera de especies tropicales de gran importancia ecológica como *J. neotropica* aún son escasos (Rigatto, Dedecek y Monteiro de Matos, 2004; Moya, Arce, Gonzalez, Olivares y Rios, 2010). Esta especie se caracteriza por su capacidad de adaptación ante el cambio climático, recuperación ecológica de suelos degradados, y por mantener la calidad del aire y el agua en los sistemas agroforestales que al mismo tiempo son el hábitat y fuente de recursos alimenticios para la fauna silvestre (Toro y Roldán, 2018).

Ante la escasa información disponible, surge la necesidad de realizar estudios que aporten conocimientos sobre el efecto del suelo en la composición química de la madera. El conocimiento de los patrones de variación dentro de la misma especie hace posible un mayor y mejor aprovechamiento de este recurso forestal. Es por ello que la presente investigación tiene como finalidad, evaluar la composición química de la madera de *J. neotropica* y su relación con las propiedades químicas del suelo en un ecosistema forestal de la parroquia Valladolid, provincia de Zamora Chinchipe.

Cabe destacar que la presente investigación se desarrolló dentro del marco del proyecto general “Impacto de las variaciones climáticas en la fijación de carbono en ecosistemas forestales al sur de Ecuador” que se realiza bajo el financiamiento de la Universidad Nacional de Loja.

MATERIALES Y MÉTODOS

- **Área de estudio**

El área de estudio seleccionada corresponde a un ecosistema forestal ubicado en la región sur de Ecuador, específicamente en la parroquia Valladolid del cantón Palanda, perteneciente a la provincia de Zamora Chinchipe. De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial de la parroquia Valladolid (2015), esta cuenta con una extensión territorial de 575,23 Km² y un rango altitudinal de 1 596 m s.n.m, presenta una precipitación media anual de 1612 mm y una temperatura media anual de entre 17,1 y 17,9 °C; entre los

principales pisos climáticos existentes en la zona se encuentran el ecuatorial de alta montaña y el ecuatorial mesotérmico semi-húmedo.

- **Recolección y preparación de muestras**

Para realizar la caracterización química de la madera, se seleccionaron cinco individuos de *Juglans neotropica*, a los cuales se les extrajo una rama principal. Cada rama se identificó con su respectiva etiqueta, contemplando los siguientes datos: número de árbol, altura total, diámetro a la altura del pecho (DAP) y coordenadas geográficas (Tabla 1). Con la ayuda de una lijadora de banda marca Black & Decker serie DS321 con lija N°60, se obtuvo harina de madera y se tamizó a través de una malla número N°60. La preparación de las muestras y la caracterización química de la madera se efectuó siguiendo las normas TAPPI.

Para realizar repeticiones del análisis químico, de cada muestra de polvo de madera obtenido (5), se extrajeron tres sub-muestras, dando un total de 15 sub-muestras. Las muestras de suelo fueron recolectadas en el área de crecimiento de cada individuo arbóreo, para ello se obtuvieron tres terrones de 40 x 40 x 20 cm, teniendo en cuenta un radio de 2 metros. Se obtuvieron en total 15 muestras de suelo. Cada muestra de suelo se identificó con su respectiva etiqueta en la que se colocaron los siguientes datos: número de árbol, número de muestra, lugar de procedencia y coordenadas UTM. Se dejó secar las muestras de suelo, se las tamizó con la ayuda de un tamiz de malla N° 10 y finalmente se las pesó.

Tabla 2. Datos dasométricos y coordenadas de los árboles muestreados

Número de árbol	Altura (m)	DAP (cm)	Coordenadas UTM	
			X	Y
1	16	38,2	706740,25	9496130
2	18	33,5	706733,43	9496132
3	17,5	42,6	706723,37	9496133
4	21,4	43,1	706711,18	9496140
5	19,5	44,6	706698,18	9496147

• **Determinación de composición química de la madera**

Ceniza: se pesó el crisol y se agregó cinco gramos de muestra; posteriormente se procedió a calcinar la muestra dentro de la mufla en un rango de temperatura de 100 a 600 °C, al observar que la muestra obtuvo un color blanquecino, se procedió a colocar en el crisol dentro de un desecador para que la misma enfriara. Finalmente se pesó y utilizó la siguiente fórmula indicada por la norma TAPPI (2015) T9 wd-75:

$$\% = \frac{(\text{masa de cenizas obtenidas}) - (\text{masa de crisol vacío})}{\text{masa de muestra seca}} * 100$$

Extractivos: se pesó aproximadamente 4 g de muestra, y se colocó en un dedal de celulosa, introduciéndola en el extractor Soxhlet. Se conectó con un refrigerante a reflujo y con un balón, el cual previamente se pesó y llenó con 160 ml solvente (éter de petróleo). Después se conectó la plancha eléctrica y controló la ebullición del solvente, tomando en cuenta que la extracción termina cuando el solvente esta incoloro en el extractor. Para el porcentaje de extractivos se aplicó la siguiente fórmula, establecida por la norma TAPPI (2015) T 204 cm-07:

$$\% = \frac{(\text{masa seca del balón con extracto}) - (\text{masa seca del balón vacío})}{\text{masa seca de la muestra}} * 100$$

Holocelulosa: En un matraz se pesó aproximadamente 1 g de muestra libre de extractivos, y se añadió 150 ml de solución de clorito de sodio al 1,5% y 10 gotas de ácido acético concentrado, y llevó a baño maría a 70 °C durante 40 min. Pasado el tiempo se añadió 5 gotas de ácido acético concentrado y aproximadamente 1 g de clorito de sodio sólido y se llevó a baño maría por 40 min más. Lo obtenido se filtró en el papel filtro previamente pesado, lavando los residuos con agua destilada fría. La holocelulosa contenida en el papel filtro, se llevó a la estufa a 105 °C, y finalmente se la pesó. Con los datos obtenidos, se determinó el porcentaje de holocelulosa, aplicando la fórmula establecida por la norma TAPPI (2015) T9 wd-75:

$$\% = \frac{(\text{Masa seca del papel filtro} + \text{residuo}) - (\text{masa del papel filtro vacío})}{\text{masa seca de muestra}} * 100$$

Lignina: en un matraz de 250 ml, se pesó 0.1 gramo de muestra libre de extractivos y se adicionó 1,5 ml de ácido sulfúrico concentrado al 72% y se dejó reposar 15 min. Posteriormente se adicionó 60 ml de agua destilada, la misma que hirvió a reflujo durante 30 min. En un papel filtro previamente pesado y colocado en un

embudo, se filtró la muestra procesada con la ayuda de agua caliente; el papel filtro con los residuos se colocaron en la estufa a 100 °C para secar. Para obtener el porcentaje de lignina, se utilizó la fórmula establecida por la norma TAPPI (2015) T22 cm-11:

$$\% = \frac{(\text{Peso seco del papel filtro} + \text{residuo}) - (\text{Peso del papel filtro vacío}) * 100}{\text{Peso seco de la muestra}}$$

• Determinación de las propiedades químicas del suelo

pH: En un recipiente plástico se colocó 20 g de muestra de suelo tamizada y se agregó 50 ml de agua destilada, se agitó a 400 rpm durante cinco minutos, pasado este tiempo se dejó reposar por 30 min y finalmente, mientras se agita manualmente la mezcla se procedió a realizar la lectura del pH con la ayuda de un potenciómetro previamente estandarizado.

Extractivos: se colocó en un recipiente de plástico 2,5 g de muestra de suelo tamizada y se agregó 25 ml de solución extractante (Olsen modificado), después de agitó durante diez minutos a 400 rpm, se filtró y finalmente se llevó a refrigeración. A partir de los extractivos se realizan los análisis de nitrógeno y fósforo.

Nitrógeno: Se tomó 2,0 ml de la solución de extractivos, se agregó 8,0 ml de fenol básico y se adicionó 10 ml de Hipoclorito de sodio (NaClO); posteriormente reposó por tres horas sin exponerlo a la luz directa, con el fin de mantener por más tiempo el color estable.

Se realizó una curva de calibración, utilizando las concentraciones de 0 – 62,5 – 12,5 – 18,7 – 25,0 ppm, tomando como punto más alto la solución patrón y como punto más bajo la solución extractante. Se observó la absorción a una longitud de

onda de 630 nm, y finalmente se interpoló los datos de absorbancia de las muestras de la curva de calibración, los resultados se presentan mg de N por 1000 ml de suelo (ppm).

Fósforo: Se tomó 1,0 ml de extractivos, posteriormente se agregó 4,0 ml de agua destilada y 5,0 ml de reactivo de color para fósforo y reposó por 1 hora.

Para realizar la curva de calibración, se utilizó las concentraciones de 0 – 30 – 60 – 90 – 120 ppm, tomando como punto más alto (120 ppm) la solución de 12 mg/ml de P y como punto más bajo (0 ppm) la solución extractante.

En el espectrofotómetro UV, se leyó la absorbancia a una longitud de onda de 680 nm. Al interpretar los datos de absorbancia de las muestras, en la curva de calibración, se reportó directamente el mg de P por 1000 ml de suelo (ppm).

• Análisis y procesamiento de datos

Los datos obtenidos de la caracterización química de la madera y análisis del suelo, se registraron en tablas previamente diseñadas, para facilitar el cálculo de valores promedio, desviación estándar y coeficiente de variación.

Además, para determinar las posibles diferencias significativas de los componentes químicos de la madera de los cinco individuos de *J. neotropica* y las propiedades químicas del suelo en el que se desarrollaron, se la prueba no paramétrica de comparación múltiple de medias (Kruskal-Wallis), para este análisis el nivel de significancia mínimo usado es alfa = 0,05. Este análisis estadístico agrupa con la misma letra a los individuos cuyos valores promedio presenten similitud estadística ($P > 0,005$);

individuos cuyos valores promedios presenten diferencias significativas ($P \leq 0,005$) son representados con letras distintas.

Para determinar la relación entre la composición química de la madera y las propiedades químicas del suelo, se utilizó la prueba no paramétrica de Spearman y con ello se obtuvo el coeficiente de correlación con un nivel de significancia = 0,05, un coeficiente cercano a 1 negativo y 1 positivo, indican asociaciones negativas o positivas respectivamente, valores cercanos a 0 indican que no existe correlación entre las variables.

Resultados y Discusión

- **Composición química de la madera**

Los resultados de la composición química de la madera de *J. neotropica* muestran que en promedio esta especie contiene 1,94% de ceniza, 5,76% de extractivos, 13,39% de lignina y 79,31% de holocelulosa. De esta manera los componentes con menor y mayor proporción presentes en la madera son la

ceniza y la holocelulosa respectivamente (Tabla 2).

A nivel individual (Tabla 2), se encontró que los extractivos en la madera van de 4,53% (árbol 5) a 7,16% (árbol 1). La proporción de ceniza no supera el 2,19% (árbol 3). Además, el componente con mayor proporción en los cinco individuos es la holocelulosa, con porcentajes mayores a 75,67%, siendo el árbol cinco el que posee mayor contenido con 84,41%. Sin embargo, el contenido de lignina del árbol cinco presenta el menor porcentaje con 11,02%.

Los componentes químicos de la madera que presentan mayor variabilidad entre los individuos de *J. neotropica* analizados son los extractivos y la lignina, puesto que poseen un coeficiente de variación de 20,47% y 14,50% respectivamente. Por otro lado, la ceniza y holocelulosa son los componentes que mostraron menor variabilidad entre los individuos analizados con un coeficiente de variación de 10,99% y 4,24% respectivamente (Figura 1).

Tabla 3. Valores promedio (\bar{X}), desviación estándar ($\pm DS$) y coeficiente de variación de los porcentajes de los componentes químicos de la madera de cinco individuos de *Juglans neotropica* de la parroquia Valladolid

Árbol	Componentes químicos de la madera			
	Extractivo % / (DS)	Ceniza % / (DS)	Lignina % / (DS)	Holocelulosa % / (DS)
1	7,16 / ($\pm 0,64$)	1,64 / ($\pm 0,21$)	12,32 / ($\pm 1,37$)	78,88 / ($\pm 0,63$)
2	4,57 / ($\pm 0,66$)	1,99 / ($\pm 0,47$)	13,02 / ($\pm 2,74$)	80,42 / ($\pm 2,38$)
3	6,03 / ($\pm 0,36$)	2,19 / ($\pm 0,03$)	14,60 / ($\pm 1,59$)	77,18 / ($\pm 1,87$)
4	6,53 / ($\pm 1,42$)	1,81 / ($\pm 0,16$)	15,98 / ($\pm 1,53$)	75,67 / ($\pm 0,47$)

5	4,53 / (±0,51)	2,05 / (±0,03)	11,02 / (±1,24)	84,41 / (±0,87)
\bar{X} (%)	5,76	1,94	13,39	79,31
±DS	1,18	0,21	1,94	3,36
CV%	20.47	10.99	14.50	4.24

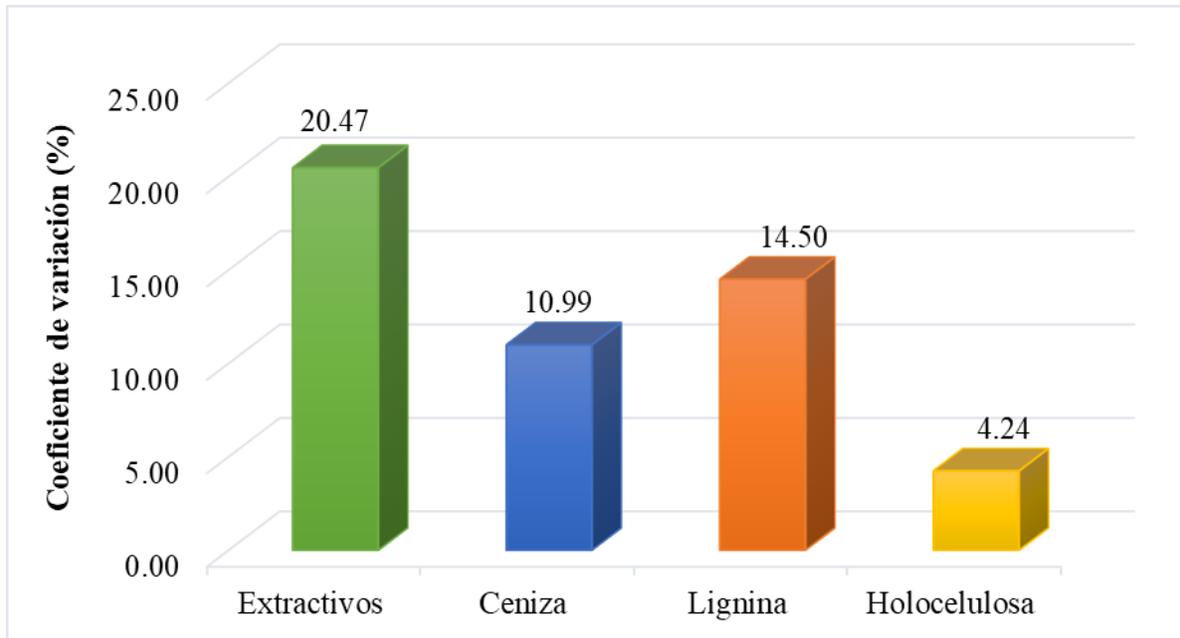


Figura 4. Coeficiente de variación de los valores promedio del contenido de componentes químicos de la madera de cinco individuos de *J. neotropica* de la parroquia Valladolid

El contenido de ceniza presente en los individuos analizados estuvo entre 1,64% (árbol 1) y 2,19% (árbol 3), estos resultados concuerdan con el porcentaje de cenizas en madera de latifoliadas establecido por Paz (2008) que se encuentra entre 0,1% y 5,4% y por Gonzales H. (2013) el mismo que indica que pueden llegar hasta un 5%.

Al realizar el análisis estadístico de Kruskal-Wallis se determinó que no existen diferencias significativas ($p = 0,0799$) entre los valores promedios del contenido de ceniza, como se indica en la

Figura 2A. Los árboles se designaron en dos grupos: grupo A (árbol 1, 2, 4 y 5) y grupo B (árbol 2, 3 y 5); árboles con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) en sus valores promedio.

En relación con el contenido de extractivos existen diferencias significativas ($p = 0,0248$) entre sus valores promedio, de esta forma, en la Figura 2B, se indica que el contenido de este componente se encuentra entre 4,53% (árbol 5) y 7,16% (árbol 1). Existen tres grupos que presentan similitud de valores

promedio: grupo A (árbol 2, 3 y 5), grupo B (árbol 2, 3 y 4) y grupo C (árbol 1,3,4).

Estos valores concuerdan con los porcentajes de extractivos obtenidos con la misma solución (éter) en maderas latifoliadas, establecidos por Paz (2008), que van desde 0,1% a 7,7%; y se acercan a los resultados obtenidos por AIDER (2012), en diez especies maderables de Perú (0,90% a 7,85%) y con los análisis realizados por Herrera (2013), a seis especies latifoliadas (5,92% a 8,45%).

Con respecto a los porcentajes de contenido de lignina presente, se observa que, estos se encuentran entre 11,02% (árbol 5) y 15,98% (árbol 4).

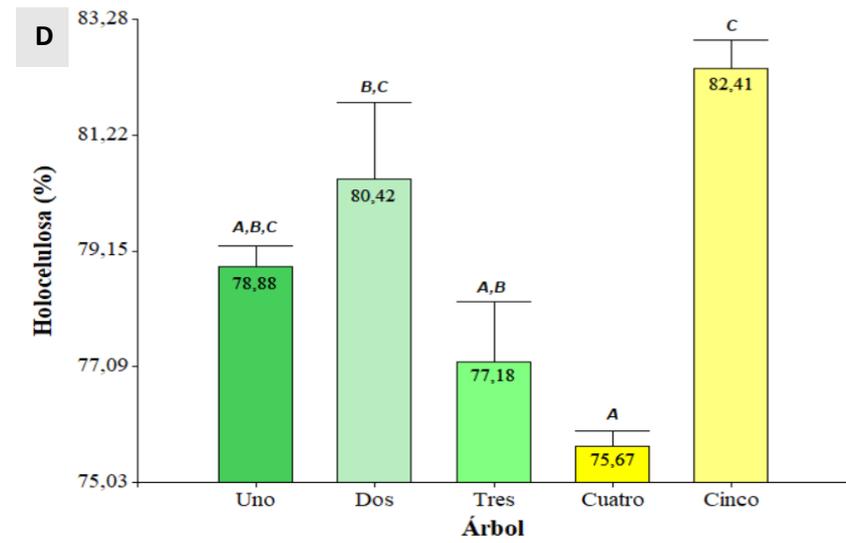
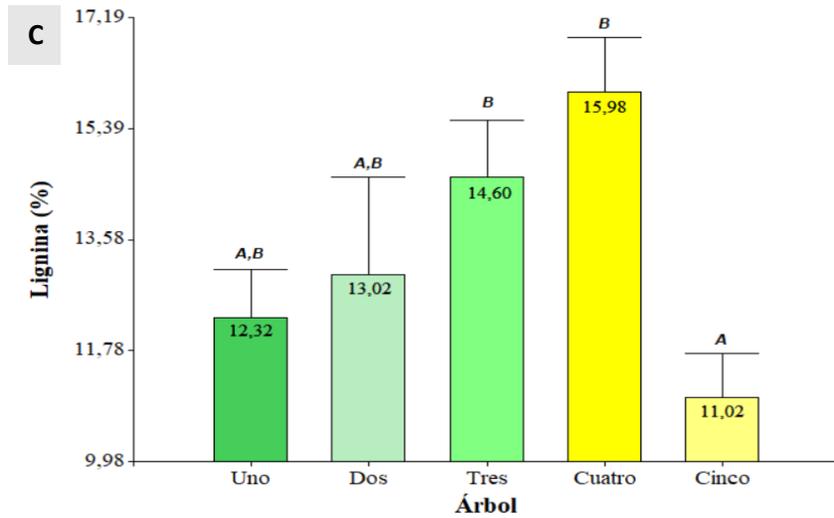
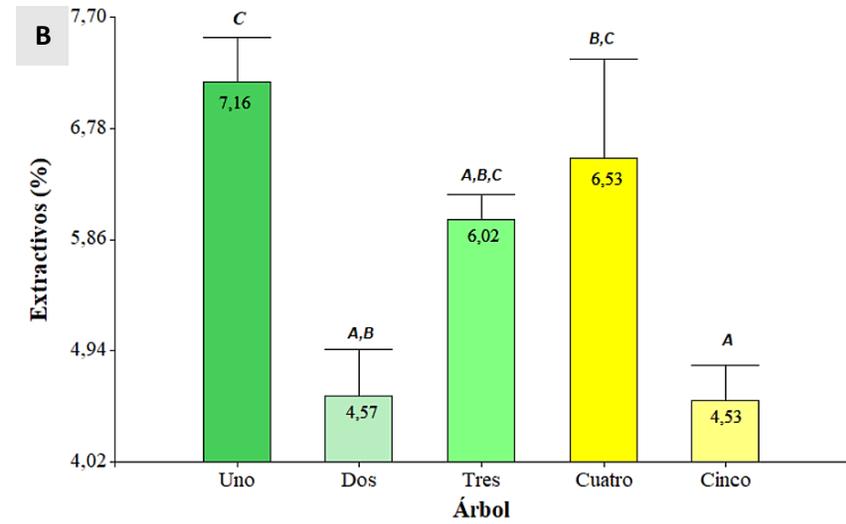
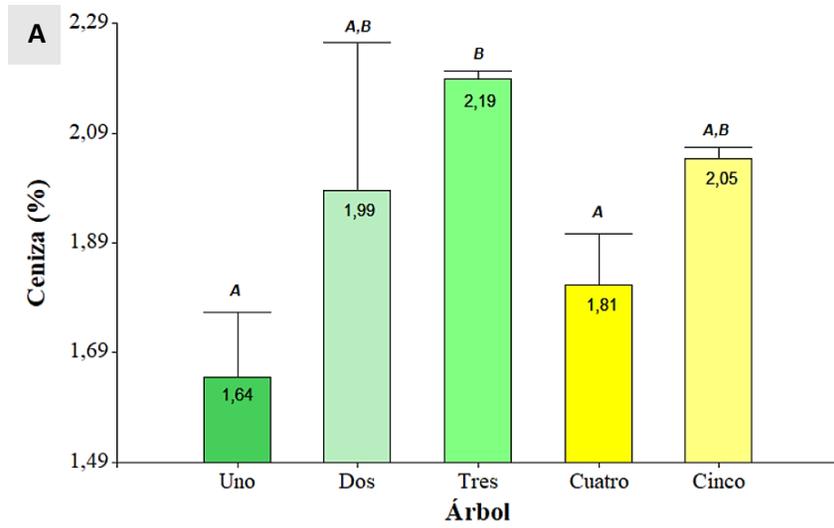
Estos resultados se encuentran cercanos a los valores establecidos por Paz (2008), en donde los rangos de lignina para maderas latifoliadas van desde 14,0% hasta 34,6% y a lo obtenido por Anguisaca et al. (2019), con 12,29% en árboles de *J. neotropica* de la Reserva Natural El Tundo.

Al realizar el análisis estadístico de se determinó que no existen diferencias significativas ($p = 0,0571$) entre los valores promedio. Además, se obtuvieron dos grupos de árboles con similitud estadística: grupo A (árbol 1, 2 y 5) y grupo B (árbol 1, 2, 3 y 4) (Figura 2C).

El contenido de holocelulosa presenta diferencias significativas entre los valores promedio $p = 0,0337$. En la Figura 2D, se indica que los porcentajes del contenido de holocelulosa de los árboles estudiados, se encuentran desde 75,67% (árbol 4) hasta 82,41% (árbol 1); además, se indica la existencia de tres grupos con similitudes estadísticas: grupo A (árbol 1,

3 y 4), grupo B (árbol 1, 2 y 3) y grupo C (árbol 1, 2 y 5).

Estos valores se encuentran dentro de los rangos establecidos Paz (2008), que van desde 71% a 89,1% y Fonseca (2006), desde 70% a 90%. Además, se relacionan con los datos de holocelulosa obtenidos Anguisaca et.al (2019), que van desde el 70,67% a 89,06% y de forma específica con *J. neotropica* 75,34%; con los datos obtenidos por Herrera (2013), que van de 78,14% a 82% y con los valores obtenidos por Honorato, Colotl, Apolinar y Aburto (2015), en donde el porcentaje de holocelulosa se encuentra desde 77,73% a 83,52%. Según Núñez (2008), el contenido de holocelulosa en la madera suele presentar valores bajos porque han perdido hemicelulosas o han perdido reactivos, y presentan valores elevados porque todavía presentan lignina.



- **Propiedades químicas del suelo**

El análisis de cinco muestras de suelo mostró que *J. neotropica* se desarrolla en suelos ácidos con un pH promedio de 5,2 y con niveles altos de nitrógeno y fósforo con un promedio de 159,35 ppm y 57,33 ppm respectivamente (Tabla 3).

En relación con el pH del suelo, los valores promedio de esta propiedad varían desde 4,97 (muy ácido) a 5,50 (ácido). Además, se evidenció a través de la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, que los valores promedios no presentan diferencias significativas ($P=0,1468$) y se aprecian dos grupos con similitud estadística: grupo A (muestra 1, 2, 3 y 5) y grupo B (muestra 2, 4 y 5) (Figura 3A). Esto concuerda con Ospina, Hernández, Aristizabal, Patiño y Salazar (2003), los mismos que mencionan que el mejor desarrollo de *J. neotropica* se produce cuando el pH es ácido a ligeramente ácido (5,0 – 5,8); también con Palomino y Barra (2003), en donde se establece que, para el desarrollo de esta especie, el suelo debe tener un pH de ácido a neutro (4 – 7,3). Toledo (2016), menciona que habrá mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas a un pH del suelo entre 6 y 7. Se observan contenidos altos de nitrógeno, con valores promedio que van desde (142,95 - 173,44 ppm). Los valores promedios presentan

diferencias significativas ($P=0,0252$) y se aprecian tres grupos con similitud estadística: grupo A (muestra 1, 2 y 5), grupo B (muestra 1, 2 y 3) y grupo C (muestra 2, 3 y 4) (Figura 3B). El contenido de fósforo disponible en el suelo presenta valores promedios que van desde (46,47- 80,41 ppm). Se observa que los valores promedios presentan diferencias significativas ($P = 0,0231$) y que existen tres grupos con similitud

estadística: grupo A (muestra 1, 2 y 4), grupo B (muestra 2, 3 y 4) y grupo C (muestra 3, 4 y 5) (Figura 3C).

De acuerdo con Casas (2015) y con Drossopoulos, Kouchaji y Bouranis (1996), el Nogal es una especie muy exigente en nitrógeno y más moderado en cuanto a fósforo. Esto concuerda con los valores promedios obtenidos en la presente investigación ya que el contenido de nitrógeno presente en el suelo es mayor con 159.39 ppm mientras que el fósforo posee 57.33 ppm, ambos macronutrientes se encuentran en contenidos altos y esto se relaciona con el estudio realizado por Amiri y Gharati (2012) en donde explican que los niveles más altos de macronutrientes mejoran la proliferación y crecimiento de *Juglans*.

- **Relación entre los componentes químicos de la madera de *Juglans neotropica* y las propiedades químicas del suelo**

De acuerdo con Bonilla (1971) y con Clark y Richardson (2002) existe una influencia de los factores edafológicos sobre el desarrollo de los árboles, siendo los macronutrientes (N y P) los que presentan mayor demanda a través del tiempo en las plantas; lo que se evidencia en el presente estudio (Tabla 4), en donde los componentes químicos de la madera de cinco árboles de *J. neotropica* obtenidos en la parroquia Valladolid, poseen relación con los macronutrientes disponibles en el suelo donde se han desarrollado los individuos arbóreos.

A través de la prueba no paramétrica de Spearman, se observó que el nitrógeno disponible en el suelo, posee una relación directamente proporcional con la lignina con un coeficiente de 0,73 (Sig = 0,02), e inversamente proporcional con la holocelulosa ya que se observa un

coeficiente de correlación de -0,73 (Sig = 0,002). Por lo tanto, cuando mayor es la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, el

porcentaje de lignina presente en la madera aumentará y la holocelulosa disminuirá.

Tabla 4. Propiedades químicas del suelo del lugar de crecimiento de cinco árboles de *Juglans neotropica* provenientes de la parroquia Valladolid

Muestra de suelo	Propiedades químicas del suelo						
	pH		Nitrógeno (ppm)		Fósforo (ppm)		
1	4,97	Muy ácido	151,22	Alto	46,47	Alto	
2	5,20	Ácido	162,88	Alto	52,22	Alto	
3	5,00	Muy ácido	166,27	Alto	54,56	Alto	
4	5,50	Ácido	173,44	Alto	53,01	Alto	
5	5,37	Ácido	142,95	Alto	80,41	Alto	
\bar{X} (%)	5,21	Ácido	159,35	Alto	57,33	Alto	
\pm DS	0,23		12,19		13,26		
CV (%)	4,42		7,65		23,12		

Se evidencia que cuando el nitrógeno es menor 142,95 ppm (árbol 5), el contenido de lignina y holocelulosa del mismo árbol es de 11,02% y 82,41% respectivamente, mientras que, cuando el de nitrógeno es mayor 173,44 ppm (árbol 4) el contenido de lignina aumenta a 15,98% y el contenido de holocelulosa disminuye a 75,67%. El nitrógeno es importante para la actividad fotosintética, para la formación de biomasa y el crecimiento de los árboles ya que favorece el desarrollo del tallo (Ypushima et.al, 2014).

Según Salisbury y Ross (1992), el fósforo se encuentra relacionado con el contenido de celulosa presentes en la planta, debido a que, la deficiencia de este elemento provoca que la producción de proteínas sea muy baja y, por lo tanto, la síntesis de

almidón, celulosa y sacarosa se reduzcan. Sin embargo, en el presente estudio solo se observa una relación negativa entre el fósforo disponible en el suelo y el porcentaje de extractivos de la madera con un coeficiente de correlación de -0,61 y $p = 0,02$, cuando el fósforo es menor 46,47 ppm (árbol 1) el contenido de extractivos es de 7,16% y este disminuye a 4,53% cuando el fósforo alcanza 80,41 ppm (árbol 5). De acuerdo con Mclaughlin (1996) y Will (1985) los suelos en los que el fósforo resulta determinante en la variación de la productividad son normalmente ácidos; lo que concuerda con el presente estudio en donde las muestras suelo presentan un pH promedio de 5.21 (ácido).

La holocelulosa posee una relación negativa con los extractivos con un coeficiente de -0.59 (Tabla 4), puesto que, cuando el porcentaje de holocelulosa es contenido de holocelulosa aumenta a 82.41% (árbol 5).

También, se observa que existe una relación inversamente proporcional entre la holocelulosa y la lignina con coeficiente de -0.92 con una significancia de 0,0006 resultados que son similares a los obtenidos por Quito (2019) en una especie latifoliada con un coeficiente de correlación 0,971 con nivel de significancia igual a 0,001.

A través de la prueba no paramétrica de Spearman, se observó que no existe relación entre valor de pH de las muestras de suelo y los componentes químicos de la madera de *J. neotropica* provenientes de la parroquia Valladolid, puesto que, los coeficientes de correlación no son cercanos a 1 positivo o a 1 negativo, y los grados de significancia son mayores que 0,05.

menor 75.67% (árbol 4), el contenido de extractivos es de 6.53%, sin embargo, este valor disminuye a 4.53%, cuando el

CONCLUSIONES

La composición química de la madera de *Juglans neotropica* Diels., de la parroquia Valladolid contiene en mayor porcentaje holocelulosa con 78,88%, seguido por lignina con 13,39%, y menor proporción se encuentran los extractivos y la ceniza con 4,53% y 2,05% respectivamente.

Las propiedades químicas del suelo en donde se desarrollaron los individuos muestreados de *Juglans neotropica*, presentan un pH ácido 5,21 y contenidos altos de nitrógeno 159,39 ppm y fósforo 57,33 ppm.

Entre las propiedades químicas del suelo y los componentes químicos de la madera se determinaron dos relaciones negativas (nitrógeno–holocelulosa y fósforo–extractivos) y una relación positiva

(nitrógeno–lignina). Además, se determinó que los extractivos y lignina poseen una relación negativa con la holocelulosa, sin embargo, el pH y la ceniza no presentan ninguna relación con los componentes y propiedades analizadas.

Los extractivos de la madera y el fósforo del suelo presentaron coeficientes de variación mayores al 20%, y al estar estadísticamente correlacionados se infiere que los extractivos de la madera son susceptibles a cambios en los niveles de fósforo disponible en el suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguinsaca, F., Rey, Y., Luzón, C., Jumbo, N., Fernández, P., González, J., & Pucha-Cofrep, D. (2019). Caracterización química de cinco especies forestales en el sur de Ecuador. *Loja: Bosques Latitud Cero*, 9(1), 110-118.
- AIDER. (2012). “Estudio de la composición química de la madera de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales”. Perú. Recuperado de http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2929/Technical/Technical%20report%20-%20Estudio%20de%20composic%C3%B3n%20qu%C3%ADmica.pdf
- Amiri, M., & Gharati, S. (2012). Influence of medium composition on multiplication of walnut (*Juglans regia* L.) growth. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(8), 1482-1485.
- Bonilla, J. (1971). La influencia del suelo y el clima en el crecimiento de los árboles en las regiones templadas. Recuperado de <https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr02-03/cap05.pdf>
- Casas, M. (2015). Producción de madera de nogal. Cultivos forestales y micológicos. Recuperado de <http://www.cultivosforestales.com/es/preguntas-frecuentes/informacion-de-producto/produccion-de-madera-de-nogal>
- Clark, C., & Richardson, A. (2002). Biomass and mineral nutrient partitioning in a developing tamarillo (*Solanum betaceum*) crop. *Sci. Hort.* 94, 41-51. Doi: 10.1016/S0304-4238(01)00355-7.
- Drossopoulos, J., Kouchaji, G., & Bouranis, D. (1996). Seasonal dynamics of mineral nutrients by walnut tree fruits. *Journal of Plant Nutrition* 19(2): 435-455.
- FAO. (2002). Los fertilizantes y uso. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-x4781s.pdf>
- FAO. (2004). Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en

- América Latina Documento de Trabajo. El sector forestal en el 2020. Recuperado de <http://www.fao.org/3/j2807s/j2807s00.htm#TopOfPage>
- FAO. (2006). Los bosques y el cambio climático: La gestión forestal es fundamental para afrontar el cambio climático. Recuperado de <http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2006/1000247/index.html>
- Fonseca. (2006). Determinación de la composición química de la madera de pino candelilla (*Pinus maximinoi* H. E. Moore) procedente de la Finca Río Frío, Tactic, Alta Veracruz. Tesis para optar el Título de Ingeniero Químico. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería.
- Gonzales, H. (2013). Transformación química de la madera. Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina. Recuperado de https://www.academia.edu/7993070/Transformaci%C3%B3n_Qu%C3%ADmica_de_la_madera
- Herrera, A. (2013). Determinación de la densidad en madera, poder calorífico y composición química en corteza y madera de seis especies de latifoliadas. Morelia, México: Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Recuperado de http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/189/FITECMA-M-2013-1097.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Honorato, J., Colotl, G., Apolinar, F., & Aburto, J. (2015). Principales componentes químicos de la madera de Ceiba pentandra, Hevea brasiliensis y Ochroma pyramidale. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-04712015000200009&script=sci_arttext
- Marschner, H. (1998). Mineral Nutrition of higher plants. Academic Press, San Diego, 889 p.
- Mclaughlin, M. (1996). Phosphorus in Australian forest soil. En: Nutrition of Eucalyptus. Attiwill P.M. y Adams M.A. (Eds.), CSIRO Publishing, Collingwood, Australia, pp. 1-30.
- Medina, M. (2015). Caracterización y análisis de la diversidad de artrópodos (clase: insecta y Orden: Aráneae) en un bosque húmedo pre montano occidental del Ecuador. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/91586/D-CD88243.pdf>
- Mekonnen, K. (2006). Performance of eight tree species in the highland Vertisols of central Ethiopia: growth, foliage nutrient concentration and effect on soil chemical properties. New Forest, v.32, n.3, p.285-298.
- Moya, R., Arce, V., Gonzalez, E., Olivares, C., & Ríos, V. (2010). Efecto de las propiedades físicas y químicas del suelo en algunas propiedades de la madera de teca (*Tectona grandis*). Scielo. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v34n6/a17v34n6.pdf>
- Núñez, E. (2008). Obtenido de Química de la madera. Recuperado de <http://www.cenunez.com.ar/archivos/69-Paz>
- Ospina, C., Hernández, R., Aristizabal, F., Patiño, J., & Salazar, J. (2003). El cedro negro: una especie promisoría de la zona cafetera. Chinchiná, Colombia. Recuperado de

- <https://www.cenicafe.org/es/publications/bot025.pdf>
- Palomino, J., & Barra, M. (2003). Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. Programa Selva Central Oxapampa. Recuperado de <http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/70.pdf>
- Paz. (2008). Determinación de la composición química de la madera obtenida del primer clareo en árboles de melina (*Gmelina arborea* Roxb.), de una plantación proveniente del departamento de Izabal. Guatemala.
- Quito, J. Jumbo, N. Fernández, P. (2019). La composición química de la madera de *Schizolobium parahyba* y su relación con las propiedades químicas del suelo, en la Quinta Experimental "El Padmi", provincia Zamora Chinchipe. *Revista Bosques Latitud Cero* vol. 9(2) p.47-60
- Rigatto, P., Dedecek, R., & Monteiro de Matos, L. (2004). Influência dos atributos do solo sobre a qualidade da madeira de *Pinus taeda* para produção de celulose kraft. *Revista Árvore* v.28, n.2, p.267-273.
- Román, S. (2020). Diagnóstico y Acondicionamiento de Suelos para la Plantación de Huertos Frutales. Recuperado de <https://www.agrovitra.com/acondicionamiento-de-suelos>
- Salisbury, F., & Ross, C. (1992). *Plant physiology*. (4th. ed.), Wadsworth Publishing, Belmont, 662p.
- SEMARNAT. (2009). Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado de https://books.google.com.ec/books?i d=xjjxf_Cwx0sC&pg=PA34&lpg=PA34&dq=Los+efectos+del+cambio+clim%C3%A1tico+sobre+la+vida+pueden+observarse+a+distintos+niveles,+que+incluyen+respuestas+de+los+organismos+a+nivel+individual,+en+las+interacciones+con+otras+e
- Toro, E., & Roldán, I. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/322531210_Estado_del_arte_propagacion_y_conservacion_de_Juglans_neotropica_Diels_en_zonas_andinas
- Urrelo, D., Leal, L., & Bozo, Z. (2016). Composición química de la madera de *Tabebuia impetiginosa* (Max. Ex DC) Standeley proveniente de la comunidad rural Ocho hermanos, Municipalidad El Carmen Rivero Rorrez, Departamento de Santa Cruz. La Paz, Bolivia: *Revista Boliviana de Química*, vol 33, núm. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/4263/426347540001.pdf>
- Will, G. (1985). Nutrient deficiencies and fertilizer use in New Zealand exotic forests. *F.R.I. bulletin* n° 97, Rotorua, New Zealand.
- Ypushima, A., Salcedo, E., Manríquez, E., Silva, J., Zamora, J., & Hernández, E. (2014). Propiedades de la madera y relación nutrimental con el crecimiento en Teca.



**REVISTA
INVESTIGACIÓN AGRARIA
PUBLICACIONES CIENTÍFICAS**

**REVISTA
INVESTIGACION AGRARIA**

CO - EDITORES:

M.Sc Henry Briceño Yen

M.Sc Luisa M. Alvarez Benaute

M.Sc Agustina Valverde Rodríguez

Prohibida la reproducción parcial o total de las características textuales o gráficas. Ningún párrafo de esta edición puede ser reproducida sin la autorización expresa del autor.

REVISTA INVESTIGACION AGRARIA

INSTRUCCIONES GENERALES

Los artículos enviados a la REVISTA INVESTIGACION AGRARIA para su respectiva divulgación son **trabajos originales e inéditos**; que no hayan sido publicados en otras revistas o publicaciones técnico-científicas en cualquier idioma (se exceptuara si el Artículo forma **parte de una tesis o Resumen de un congreso, convención, seminario**, etc.). La presentación de artículos a la revista implica que su publicación ha sido aprobada por todos los coautores y por las autoridades de la institución donde laboran; son responsables los autores de todo el contenido del artículo y sus implicancias, los autores transfieren los derechos de publicación a la **REVISTA INVESTIGACIÓN AGRARIA**.

Los artículos recibidos son evaluados primeramente por el editor para ver si cumplen con los parámetros iniciales y luego son derivados a los revisores respectivos vinculados al tema, seleccionados por los editores de la revista. Un artículo se rechaza si consideran que no tiene el nivel para ser publicado. Los Artículos aceptados para su publicación, deberán corregirlos según las observaciones prescritas, en el período de tiempo recomendado por la **Revista de Investigación Agraria**.

La Revista de Investigación Agraria es de carácter cuatrimestral, y se publican:

- A. Artículos Científicos**
- B. Artículos de Revisión o Review**
- C. Artículos de Estudios de Caso**

Correo para recepción de los Artículos: revista.agraria@unheval.edu.pe

INSTRUCCIONES GENERALES PARA LOS AUTORES DE ARTICULOS

1- ARTICULOS CIENTIFICOS

Plasma los resultados de investigaciones, **ORIGINALES** de manera concisa y verdadera. Aparte del Título, Autores y Resumen y Abstract, se consideran los

siguientes ítems o capítulos que son imprescindibles: **Introducción, Materiales y Métodos, Resultados y Discusión, Conclusiones, Referencias Bibliográficas**

1.1. TÍTULO DEL ARTÍCULO CIENTIFICO:

Español e Inglés, Autores Nombres y Apellidos (los dos apellidos separados por un guion, superíndice indica la formación académica o pertenencia Institucional, E-mail, no más de 18 palabras, **en Times New Roman 12**, márgenes **NORMAL** según el procesador Office,

Resumen y Abstract. - (solo los títulos en minúscula y negrita . Tanto el **Resumen Abstract**) deben ir en la primera página, a una sola columna, espacio simple, palabras clave (4 o 5), engloba en su redacción y a renglón seguido la introducción, objetivos, metodología, resultados y conclusiones más importantes. **MAXIMO 250 PALABRAS**

1.2. CONTENIDO

Considerar las siguientes características:

Los títulos de los capítulos **en minúscula negrita, (ejm. Introducción)** si existieran subtítulos deben ir en minúsculas negrita, los títulos de los capítulos no irán enumerados, y sin dejar páginas en blanco entre uno y otro capítulo,

1.3. - SECUENCIA. –

Deberá seguir la siguiente:

Introducción, (incluye en la redacción los objetivos, los mismos que **no van** como subtítulos) Describe y define el problema, revisión de los trabajos previos vinculados; y la justificación

Materiales y Métodos,

Resultados Y Discusión, (tablas y figuras) ,

Conclusiones,

Agradecimientos (opcional) ,

Referencias Bibliográficas (Citadas según APA-VER MODELO)

2. ARTÍCULOS DE REVISIÓN- REVIEW.

Este tipo de Artículo nos presenta un panorama amplio de un área o temática específica del conocimiento ciencia tomando como base una perspectiva de análisis, actualización, interpretación, crítica y posición del autor respecto al tema y basado en un nutrido soporte bibliográfico seleccionado de fuentes originales.

2.1.- TÍTULO DEL ARTÍCULO DE REVISION:

Español e Inglés, Autores Nombres y Apellidos (los dos apellidos separados por un guion, superíndice indica la Formación académica o pertenencia Institucional, email, no más de 18 palabras, en **Times New Roman 12**, Márgenes **NORMAL** según el Procesador Office,

Resumen, Abstract.- (SOLO LOS TITULOS Minúsculas Y NEGRITA) a una sola columna, espacio simple, palabras clave (4 o 5), engloba a renglón seguido la introducción, objetivos, metodología, resultados y conclusiones más importantes.
MAXIMO 250 PALABRAS

2.2. CONTENIDO

Considerar las siguientes características:

Los **títulos** de los temas y **subtítulos** de los subtemas deben ir en **minúsculas negrita**, los títulos de los capítulos no irán enumerados, sin dejar páginas en blanco entre uno y otro capítulo,

2.3. SECUENCIA.-

deberá tener la siguiente secuencia :

Introducción, (incluye en la redacción y quedando sobreentendido el problema la justificación y los objetivos, los mismos que no van como subtítulos)

Contenido (COMPRENDE la temática más importante, relevante y actualizada (puede incluir tablas y figuras) ,

Conclusiones

Agradecimientos (opcional),

Referencias Bibliográficas (Citadas según APA-VER MODELO)

3. ESTUDIOS DE CASO:

Son los resultados de un estudio sobre una situación particular, para dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso específico.

Incluye una revisión sistemática comentada de la literatura sobre casos análogos.

3.1. TÍTULO DEL ARTÍCULO:

Español e Inglés, Autores Nombres y Apellidos (los dos apellidos separados por un guion, superíndice indica la formación académica o pertenencia Institucional, email, no más de 18 palabras, en **Times New Roman 12**, márgenes **NORMAL** según el procesador Office,

Resumen y Abstract.- (solo los títulos Minúsculas y negrita) a una sola columna, espacio simple, palabras clave (Hasta 5), engloba a renglón seguido la introducción, objetivos, metodología, resultados y conclusiones más importantes.

MAXIMO 250 PALABRAS

3.2. CONTENIDO

Considerar las siguientes características:

LOS TITULOS DE LOS TEMAS Y SUBTITULOS DE LOS SUBTEMAS deben ir EN **minúsculas negrita**

Los TITULOS DE LOS CAPITULOS NO IRAN ENUMERADOS,
SIN DEJAR PAGINAS EN BLANCO ENTRE UNO Y OTRO CAPITULO,

C.- SECUENCIA. - deberá tener la siguiente:

Introducción, (Se incluye en la redacción y queda sobreentendido tanto el problema la justificación y los objetivos, los mismos que no van como subtítulos)

Metodología (puede incluir tablas y figuras),

Conclusiones y Recomendaciones

Agradecimientos (opcional),

Referencias Bibliográficas (Citadas según APA-VER MODELO)

RECOMENDACIONES A SEGUIR PARA LAS REFERENCIAS

BIBLIOGRÁFICAS

Formas de citas a utilizar

Ejemplos

FUENTE INSTITUCIONAL

Asociación Española de Normalización y Certificación. AENOR (2009). Calidad del suelo, muestreo de invertebrados del suelo, Parte 1. Cribado manual y extracción con formol de lombrices. *Norma UNE-EN ISO 23611-1:2009*. Madrid, España. Oct, 16 pp.

Food and Agriculture Organization FAO. (2007). Recomendaciones para el manejo de malezas. Roma, 55 p.

AUTORES Y PAGINA WEB

Alvites, J. (2017). Estudio del control químico de *Tagosodes orizicolus* Muir en *Oryza sativa* L. en Chepén – La Libertad. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Trujillo, Perú. Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/9904/ALVITES%20LEYVA%2C%20JIMENA%20DIOGELINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bruzzzone, C. y Heros, E. (2011). Guía técnica: Manejo integrado en producción y sanidad de arroz. Recuperado de:

https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Arroz/Manejo_integrado_en_la_produccion_y_sanidad_del_arroz.pdf.

Bruzzone, C. y Montero, F. (2004). Fertilización en suelo seco antes del trasplante: Tecnología INIA de manejo de nitrógeno en arroz. (Folleto N°7). Recuperado de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/687/1/Trip-Arroz_fertilizacion.pdf

AUTORES DE REVISTAS

Santillán P. (2012). Valores éticos para el comercio justo. *Revista de ética*, 43(4), 57-68

AUTORES DIVERSOS

Cárdenas, L. (2017). Principales insectos plagas que atacan el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.) en la zona de Arenillas provincia de El Oro. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.

Cuellar, W. (2018). Rice Hoja blanca virus: A planthoper-transmitted tenuivirus from the Americas. International Center for Tropical Agriculture (CIAT).

García, L. (2013). Recomendaciones para el manejo de semilleros de arroz. Recuperado de https://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/inia/150/1/Semilleros_arroz_2013.pdf

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). Programa Nacional de Investigación en Arroz de la Estación Vista Florida del INIA. (2016). Nueva variedad de arroz para la costa peruana INIA 513-La Puntilla. Recuperado de http://www.inia.gob.pe/wp/investigacion/INIA_513.pdf

Koblenz, B., Tischer, S., Rücknagel, J. & Christen, O. (2015). Influence of biogas digestate on density, biomass and community composition of earthworms. *Ind. Crops Prod.*, 66, 206–209.

MAPAS

Centro Cartográfico de Huánuco . (2002). Mapa político de Perú. Escala 1:250.000 [Mapa].Huánuco : Centro Cartográfico de Huánuco .

Con DOI

Schiraldi, G. R. (2001). The post-traumatic stress disorder sourcebook: a guide to healing, recovery, and growth. doi:10.1036/10071393722

Larrauri, A., Savulescu, C., Jiménez-Jorge, S., Pérez-Breña, P., Pozo, F., Casas, I., ... De Mateo, S. (2011). Influenza pandemic (H1N1) 2009 activity during summer 2009. Effectiveness of the 2008-9 trivalent vaccine against pandemic influenza in Spain. *Gaceta Sanitaria*, 25(1), 23-28. doi:10.1016/j.gaceta.2010.06.010

Con URL

Ingersoll, E. (1885). The crest of the continent: a summer's ramble in the Rocky Mountains and beyond. Recuperado de <http://www.gutenberg.org/ebooks/43020>

Fernández, M. (2000). De las linotipias a la comunicación digital: los restos del nuevo periodismo local. *Historia y comunicación social*, 5, 203-220. Recuperado de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=619068&orden=1&info=link>

American Psychological Association. (2016). APA Style. Recuperado de <http://www.apastyle.org/index.aspx>

REFERENCIAS CONSULTADAS

<http://repositorio.inia.gob.pe/handle/inia/1053>

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_serial&lng=es&pid=0122-8706&nrm=iso

<http://dx.doi.org/10.18004/investig.agrar.2019.j>

RECOMENDACIONES RESPECTO A TABLAS FIGURAS, NORMAS DE ESTILO

TABLAS:

Se presentan en secuencia de acuerdo con el texto, numeradas consecutivamente. Su nombre debe ser descriptivo y se escribe **SOBRE** la tabla. Con mayúscula inicial en

la palabra Tabla y la primera letra del título, excepto los nombres propios. **ASIMISMO considerar que dentro de la tabla:** Cada columna lleva su propio título, con mayúscula inicial, sin abreviaturas. Las notas explicativas y la fuente documental se escriben como pie de tabla. Al referirse a ellas dentro del texto se nombran en minúscula y con su respectivo número, tabla 1, etc., (no usar las palabras anterior o siguiente).

FIGURAS:

Comprende y se nombra de esa manera a los siguientes:

A LOS GRÁFICOS, DIBUJOS, ESQUEMAS, DIAGRAMAS DE FLUJO, DIAGRAMAS DE FRECUENCIA, BARRAS, FOTOS Y MAPAS y además

se enumeran consecutivamente (Figura 1, Figura 2, etc.). El nombre de cada figura se escribe **DEBAJO** de la misma; con mayúscula inicial en la palabra Figura y la primera letra del título, excepto los nombres propios. Las **notas explicativas y la**

fuerza documental se escriben como pie de la figura. Fotografías y mapas, sean originales o escaneadas, deben enviarse en formato digital de compresión JPG (o JPEG), preferiblemente con una resolución de 600 x 600 dpi (mínimo 300 dpi).

LAS GRÁFICAS serán bidimensionales; las líneas de las curvas de color negro, punteadas o continuas. Al referirse a ellas dentro del texto no usar las palabras anterior o siguiente, sólo nombrarlas en minúscula con su respectivo número (Figura 1, etc.)

NORMAS DE ESTILO

- El texto se escribe en Procesador de textos Word Diseño de Pagina, Márgenes : regular o normal.
- Redactar en voz activa (Se evaluaron dos métodos, y no: dos métodos fueron evaluadas); en impersonal, es decir, tercera persona del singular (Ej. Se evaluó, Se determinó, Se encontró).
- En cuanto a los tiempos verbales, el uso común es el **pasado** para la **introducción, procedimientos metodologías y resultados**; y el tiempo **presente** para la discusión.
- Los nombres comunes deben ir acompañados del nombre científico.

- Los nombres científicos se escriben igual en cualquier idioma: así: Familia (Brassicaceae), Género especie (*Brassica oleracea* , la primera vez, y en las siguientes veces se redacta como *B. oleracea*).
- El significado de las siglas y abreviaturas debe citarse por extenso cuando se mencionan por primera vez en el texto.
- Los símbolos no llevan punto ni plural ni mayúscula: 30 kg, 12 m, 4 m, 100 m
- Entre el valor numérico y el símbolo se deja un espacio: 28 g (no 28g), $p > 4$ (no $p > 4$); excepto para los signos: %, +, - (estos dos últimos cuando indican positivo y negativo). Ejemplos: 96%, +38, -25.
- En una serie de medidas, el símbolo va al final: hileras a 2, 4 y 10 m (excepto para el signo de porcentaje, que se escribe siempre pegado al número: 1%, 26% y 35%).
- La barra oblicua (/) es un signo lingüístico que en uno de sus usos significa “por”: dos flores/planta, 3 aplicaciones/día, 20 L/día, 8 frutos/tallo, 20 tubérculos/planta. Uno de sus usos no lingüísticos es expresar los cocientes de magnitudes y unidades de medida: 60 km/h, 20 m³/s, 15 °C/h.
- En español, los decimales se separan con coma (,).
- Cuando el símbolo se deriva de un nombre propio: °C, grados Celsius).
- Las unidades de medida deben convertirse al sistema métrico decimal.
- Las cursivas o itálicas se usan para los nombres científicos, nombres de libros y palabras en idioma extranjero.
- Los nombres de los libros se escriben en cursivas y con mayúscula inicial (excepto nombres propios que cumplen su propia norma).
- La **negrita** se usa para los títulos; los nombres de figuras; los nombres de tablas y los títulos de sus respectivas columnas.
- Los títulos y los nombres de figuras y tablas no llevan punto final

HUÁNUCO-PERÚ