

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2025,
Volumen 9, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1

**EXTRACCIÓN Y PRODUCTIVIDAD DE TINTE
NATURAL DE JUGLANS NEOTROPICA DIELS
A PARTIR DE FRUTOS DEL BOSQUE NATIVO
“LA VICTORIA”, CANTÓN MACARÁ,
PROVINCIA DE LOJA: UNA PERSPECTIVA
SOSTENIBLE**

EXTRACTION AND PRODUCTIVITY OF NATURAL DYE
FROM JUGLANS NEOTROPICA DIELS FRUITS FROM THE
NATIVE "THE VICTORIA" FOREST, MACARÁ CANTON,
LOJA PROVINCE: A SUSTAINABLE PERSPECTIVE

Byron Gonzalo Palacios Herrera
Universidad Nacional de Loja - Ecuador

Extracción y productividad de tinte natural de *Juglans neotropica* Diels a partir de frutos del bosque nativo “La Victoria”, cantón Macará, provincia de Loja: una perspectiva sostenible

Byron Gonzalo Palacios Herrera¹

byron.palacios@unl.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1998-5060>

Carrera de Ingeniería Forestal
Universidad Nacional de Loja
Ecuador

RESUMEN

El estudio se realizó en el bosque de *J. neotropica* en La Victoria, un Bosque Semideciduo Piemontano del Catamayo-Alamor de 0,9 ha. Esta especie, nativa de Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, está en peligro de extinción según la UICN. Se evaluó el rendimiento de tinte a partir de frutos maduros mediante un inventario forestal en dos fases: una inicial con métodos estadísticos y otra enfocada en objetivos específicos. Esto permitió determinar la regeneración natural, parámetros estructurales, árboles productores de frutos y cantidad de tinte en litros por hectárea. La regeneración natural fue de 6 ind/ha en brinzal, 3 ind/ha en brinzal bajo y 2 ind/ha en latizal alto. Se identificaron 31 ind/ha en ocho clases diamétricas, sin individuos la primera clase (10-19,99 cm DAP) y mayor concentración en la séptima clase. Los individuos presentaron alturas comerciales de 12-20 metros y totales de 15-24 metros. Se identificaron 7 árboles productores de frutos. El rendimiento de tinte se estimó en promedio de 11,1 litros/árbol, con un máximo de 14,16 y un mínimo de 8,04 litros/árbol. Estos resultados indican que el rendimiento de tinte de *J. neotropica* depende del clima, manejo silvicultural, edad de los árboles y presencia de animales consumidores del recurso.

Palabras clave: silvicultura, recurso natural no maderable, tinte, extracción, producción

¹ Autor principal.

Correspondencia: byron.palacios@unl.edu.ec

Extraction and productivity of natural dye from *Juglans neotropica* Diels fruits from the native "The Victoria" forest, Macará canton, Loja province: a sustainable perspective

ABSTRACT

The study was conducted in the *J. neotropica* forest in La Victoria, a Piedmont Semi-deciduous Forest of the Catamayo-Alamor of 0.9 ha. This species, native to Colombia, Ecuador, Peru, and Venezuela, is endangered according to the IUCN. The dye yield from ripe fruits was evaluated through a forest inventory in two phases: an initial one with statistical methods and another focused on specific objectives. This allowed the determination of natural regeneration, structural parameters, fruit-producing trees, and the amount of dye in liters per hectare. Natural regeneration was 6 individuals/ha in seedlings, 3 individuals/ha in low seedlings, and 2 individuals/ha in high saplings. A total of 31 individuals/ha were identified in eight diameter classes, with no individuals in the first class (10-19.99 cm DBH) and the highest concentration in the seventh class. The individuals had commercial heights of 12-20 meters and total heights of 15-24 meters. Seven fruit-producing trees were identified. The dye yield was estimated to average 11.1 liters/tree, with a maximum of 14.16 and a minimum of 8.04 liters/tree. These results indicate that the dye yield of *J. neotropica* depends on the climate, silvicultural management, age of the trees, and the presence of animals that consume the resource.

Keywords: silviculture, non-timber natural resource, dye, extraction, production

Artículo recibido 15 diciembre 2024

Aceptado para publicación: 25 enero 2025



INTRODUCCIÓN

La extracción artesanal de tinte a partir de los frutos de *Junglans neotropica* en la Región Sur del Ecuador es muy importante para la conservación de recursos naturales y el desarrollo sostenible. Este artículo analiza cómo se entrelazan la biodiversidad vegetal, la tradición artesanal y las alternativas ecoamigables en las industrias textil y de ebanistería. La revalorización de métodos ancestrales de tinturado en las provincias de Loja y Azuay ha demostrado ser viable y culturalmente significativa preservando el patrimonio inmaterial y promoviendo prácticas sostenibles. En el contexto de la industria artesanal, las alternativas ecoamigables son esenciales para reducir el impacto ambiental, utilizando recursos biológicos para el desarrollo sostenible, fortaleciendo vínculos y promoviendo tecnologías limpias (Palacios y Ullauri, 2020).

En la actualidad, existe un vacío significativo en el conocimiento sobre los métodos tradicionales de extracción de tintes vegetales de *J. neotropica*. A pesar de su potencial, estos métodos no han sido suficientemente estudiados en términos de viabilidad técnica, impacto ambiental y su contribución al desarrollo socioeconómico de la región. La falta de investigación en esta área limita la capacidad de aprovechar estos recursos de manera sostenible y beneficiosa para las comunidades locales. Es importante abordar este vacío para promover prácticas más ecológicas y apoyar el desarrollo económico de las regiones donde se cultivan estas plantas (Ponce y Morales, 2011).

Abordar la producción de tintes naturales es importante para promover la conservación de especies nativas y la preservación de conocimientos ancestrales, ya que ofrece una alternativa sostenible y saludable que reduce el impacto ambiental causado por productos químicos en la industria. Según Palacios-Herrera et al. (2023), la conservación de especies nativas es una prioridad global que implica proteger ecosistemas naturales y mitigar los efectos del cambio climático. Además, la preservación de conocimientos ancestrales, como los saberes de las comunidades, es fundamental para mantener prácticas sostenibles y respetuosas con la naturaleza. La sustitución de productos químicos peligrosos por alternativas más seguras, como los tintes naturales, no solo mejora la seguridad, sino que también reduce los costos asociados con la gestión de residuos peligrosos y la protección del personal.

Esta investigación se fundamenta en teorías relacionadas con la silvicultura, la conservación de la biodiversidad, el valor cultural de los conocimientos tradicionales y los principios del desarrollo



sostenible. Las variables analizadas incluyen la viabilidad técnica de los métodos de extracción, el impacto ambiental y el potencial socioeconómico de la producción de tintes naturales (Terán, 2015); (Toro y Roldan, 2018). Estudios previos han resaltado la importancia de preservar los conocimientos ancestrales y las especies nativas, subrayando la necesidad de alternativas ecoamigables en diversas industrias.

Por ultimo este trabajo ofrece una comprensión más profunda de los métodos tradicionales de extracción de tintes de *J. neotropica*, los cuales han demostrado ser técnica y ambientalmente viables, y pueden contribuir significativamente al desarrollo socioeconómico de la región. El objetivo del estudio fue determinar el potencial productivo del tinte de *J. neotropica* en estado silvestre, promoviendo la silvicultura, su conservación y uso sostenible.

METODOLOGÍA

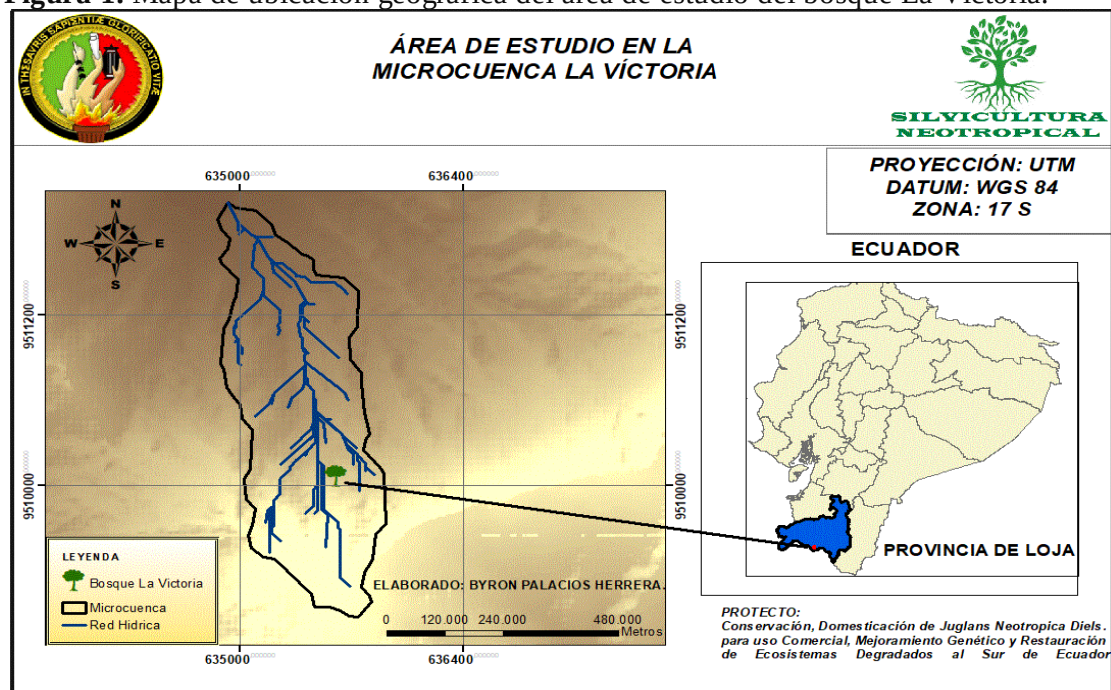
Ubicación política

El área de estudio se encuentra ubicada a 160 km aproximadamente desde la ciudad de Loja hasta la parroquia La Victoria que es una de las 5 parroquias que conforma el cantón Macara de la provincia de Loja con una extensión de bosque natural de 0,9 hectáreas. Limita al Norte: con el Cantón Sozoranga. Sur: con la parroquia La Victoria y parte del Cantón Macará. Este: con la parroquia Tacamoros. (Palacios-Herrera et al., 2023).

Ubicación geográfica

El bosque nativo La Victoria se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas geográficas UTM: vértice X= 635598,946 m E; Y= 9510068,061 m S. DATUM WGS 84. ZONA: 17 S. (Figura 1).

Figura 1. Mapa de ubicación geográfica del área de estudio del bosque La Victoria.



Clima

Según el MAE (2013), el área de estudio se caracteriza por un clima seco propio del Bosque Semidecíduo Piemontano de Catamayo-Alamor, que se extiende desde los 400 hasta los 1600 metros sobre el nivel del mar (msnm). El área de estudio posee una altitud de 1500 msnm, la zona presenta pendientes generalmente superiores al 45 %, con una temperatura media anual de 23 °C y una precipitación de 800 mm/año.

Procedimiento

Tipo de Inventario Forestal

Con la finalidad de garantizar la producción y conservación de las poblaciones naturales de especies valiosas y en especial de aquellas que se encuentran en peligro de extinción como es *J. neotropica* (IUCN, 1996) se siguió la metodología propuesta por CATIE (2002), esta metodología consistió en realizar un inventario especial propiamente para productos forestales no maderables (PFNM) ya que estos son diferentes a la madera y por lo tanto necesitan un manejo especial.

El inventario se realizó por el método estadístico al 100% debido a que su área es $\leq$ una hectárea y se complementó con un inventario forestal según el objetivo, el cual permitió generar información confiable para facilitar la planificación del manejo a mediano y largo plazo del bosque nativo.

Regeneración natural

La regeneración natural se consideró el aspecto más importante en este estudio, ya que actúa como un indicador directo de sostenibilidad y asegura una dinámica saludable del bosque tanto a mediano como a largo plazo, para poder evaluarla se siguió la metodología propuesta por Lamprech, (1990); CATIE, (2002). (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías de regeneración natural del bosque nativo de *J. neotropica* La Victoria

Categoría de Regeneración	Dimensión	Número de individuos por área	
Brinzal	0,3 m - < 1,50 m altura		
Latizal bajo	$\geq 1,50$ m - 4,9 cm DAP	0,9 ha	1 ha
Latizal alto	≥ 5 cm DAP - 9,9 cm DAP		

Posteriormente se identificó y midió toda la regeneración natural siguiendo la metodología planteada por CATIE, (2002), en sus tres estadios de sucesión natural tales como: Brinzal (0,30 m – 1,5m altura), Latizal bajo ($>1,5$ m -4,9 cm dap), Latizal alto ($>4,9$ cm – 9,9 cm dap) (Figura 2)

Figura 2. Regeneración natural a) Brinzal, b) Latizal bajo y c) Latizal alto



Determinación de parámetros dasométricos del bosque

Estructura horizontal

Se censó todos los individuos de *J. neotropica*, mayores o iguales a 10 centímetros de diámetro a la altura del pecho a nivel del suelo (≥ 10 cm de DAP_{1,30m}). Los datos del DAP de los individuos censados se organizaron por categoría diamétrica de 10 cm de amplitud siguiendo el protocolo de Lamprecht, (1990).

Estructura vertical

Para determinar la estructura vertical se elaboraron histogramas de frecuencia por categoría de altura, considerando su altura total (Ht) y comercial (Hc) en metros. Se clasificó el dosel del bosque en clases o estratos verticales siguiendo el protocolo de **Lamprecht, (1990)**, donde el estrato dominado correspondió a categorías de altura $< 1/3$; el estrato codominado correspondió a categorías de altura $> 1/3$ y $< 2/3$, mientras que el estrato superior o dominante correspondió a categorías de altura $> 2/3$ de la altura superior de vuelo del total de individuos respectivamente.

Figura 3. Medición de variables dasométricas a) DAP_{130 m} (cm) y b) Ht y Hc (m)



Selección de Individuos productores

Luego de haber realizado el muestreo de regeneración natural en sus tres componentes como brinzales y latizal bajo y latizal alto y el Inventario especial para PPNM, se procedió a identificar y seleccionar los árboles con potencial productivo que ese momento presentaba. Para la selección de individuos netamente productores se siguió la metodología propuesta por Palacios et al. (2018), la misma que consistió en identificar todos los árboles que tengan características fenotípicas deseables tales como: Un DAP mayor al promedio de los individuos censados, altura mayor a 9 metros de fuste limpio, frutos grandes, sanos, maduros, frescos y, de un color vivo; a los mismo que se los identificó con las letras N y P más un número. Ejemplo NP1, haciendo referencia a N=Nogal, P=Productor y N=1 al número del árbol identificado, con la finalidad de poder realizar anualmente un seguimiento de los árboles matriz identificados (Tabla 2)

Tabla 2. Matriz de campo para la identificación de árboles productores de frutos de *J. neotropica*
Formulario #

Nombre del bosque									
Ubicación del bosque									
Tipo de bosque									
Fecha									
Especialista									
Árbol Productor	Coordenadas UTM		Estado Fenológico			DAP (cm)	Hc (m)	Ht (m)	Pendiente (%)
	X (m)	Y (m)	Fr	Fl	N				
NP1									
NP2									
NP n.....									

Posteriormente se seleccionaron siete árboles en área neta de estudio, uno por clase diamétrica encontrada, cabe mencionar que el número de individuos que se seleccionaron para extraer el tinte estuvo en función del estado fenológico, no siempre están con frutos todos los arboles inventariados, ni tampoco están en su máxima producción, hay épocas que cargan bastante pero también hay épocas que cargan poco, en algunos casos nada.

Figura 4. Árboles de *J. neotropica*, con caracteres fenotípicos deseables a) Fuste recto b) Productor de frutos.



Aprovechamiento

Fase 1: Pre- aprovechamiento

Planificación de Operaciones

En esta etapa, se tuvo bien claro el calendario fenológico de la especie en el área de estudio, ya que este fenómeno natural no es igual en todos los sitios donde se encuentra la especie de forma natural, por lo que hay que tener en cuenta para futuros manejos sustentables de la especie. (Palacios-Herrera et al.,2025).

Trazado y construcción de caminos

Actualmente al bosque lo atraviesa una vía de tercer orden, la misma que en tiempos de invierno no es fácil llegar en vehículo y es cuando el fenómeno de fructificación empieza, por lo que fue necesario realizar trochas no mayores a un metro de ancho, de tal forma causando el menor impacto ambiental posible a la cobertura vegetal del bosque, en especial la regeneración natural, y a su vez permita sacar el producto cosechado al lugar de acopio.

Fase II. Aprovechamiento

Con la finalidad de tener una producción de manera eficiente y controlada, buscando minimizar los costos y aplicar actividades de bajo impacto ambiental se elaboró un instrumento de planificación conocido como plan de aprovechamiento que permitió extraer los frutos de *J. neotropica*, de una manera sostenible y con métodos no destructivos, llamados también buenas prácticas de recolección. Este plan se ajustó al principio básico de los ciclos naturales de producción que, a su vez, condicionan los calendarios productivos de la especie y su población.

También se consideró que del 100% de frutos recolectados se debe dejar un 40 % para la regeneración natural y alimentación de varias especies de animales que son los principales consumidores de semillas de *J. neotropica* tales como mamíferos: *Simosciurus stramineus* (Ardilla); Aves: *Campephilus गयाquilensis* (Pájaro carpintero), así como insectos tales como escarabajos y abejas que se benefician de las nueces y de esta manera no poner en riesgo la supervivencia de especies faunísticas que se alimentan exclusivamente de esta fruta. Sin duda estos animales juegan un papel muy importante en la dispersión de las semillas, contribuyendo a la regeneración natural de los bosques donde crece *J. neotropica*.

Recolección de frutos

Para la recolección de frutos se aplicó la técnica de recolectar los frutos caídos en el suelo que aún estén en buen estado. Así mismo se procedió a la clasificación de los frutos según su tamaño, calidad y estado de madurez. Posteriormente se procedió a limpiar los frutos para eliminar residuos de tierra, hojas y otros materiales. Por último, se almacenaron los frutos en un lugar fresco y seco mientras se completaba la recolección. Para esta actividad se necesitó 2 recolectores bien capacitados en técnicas adecuadas de manejo y recolección para asegurar la calidad del producto y la protección del ecosistema. Aunque esto siempre dependerá de la cantidad de frutos disponibles que se espera cosechar en cada salida, relacionado además a la producción anual que tuvo la especie, especialmente de los meses mayor producción de frutos que es de noviembre, diciembre y enero (Figura 5).

Figura 5. Selección y recolección de frutos maduros, sanos y frescos de *J. neotropica*.



Con la finalidad de no sesgar la información sobre el número de frutos por árbol, se colocó una malla trampa y para aquellos que se salían de la trampa eran retomados siempre y cuando no salgan del margen de la copa del árbol.

Aprovechamiento y rendimiento de frutos de *J. neotropica*

Para determinar el rendimiento de frutos de *J. neotropica*, se recolectaron solo los frutos que se encontraban bajo la copa del árbol seleccionado, esto con la finalidad de evitar recolectar frutos de otros individuos.

Luego se procedió a determinar el número de frutos por árbol, luego el número de frutos por quintal y por metro cubico (m³) (Tabla 3).

Tabla 3. Formulario para registrar el rendimiento de frutos por árbol productor de frutos de *J. neotropica*

Árbol Productor (NP)	N° de Frutos		
	kilo	Quintal	m ³
NP1			
NP2			
NP n.....			

Transporte de Frutos de *J. neotropica*

El fruto cosechado se lo transportó manualmente por los diferentes caminos que conducían a la vía de acceso de tercer orden, sea en saquillos o canecas de plástico de 20 litros.

Figura 6. Transporte de frutos de *J. neotropica*



Extracción de tinte de *J. neotropica*

Para la extracción de tinte fue necesario seguir y adaptar los siguientes pasos según Palacios 2018.

Figura 7. Proceso de extracción. **a)** Selección de frutos maduros sanos y frescos. **b)** Despulpado. **c)** Macerado **d)** Filtrado del macerado. **e)** Cocción del macerado 90 °C. **f)** Tinte natural.



Análisis de datos del rendimiento de tinte de *J. neotropica*

Cálculos estadísticos.

Para la determinación de los cálculos estadísticos se siguió la metodología propuesta por CATIE, (2002) (Tabla 4).

Tabla 4. Formulas estadísticas aplicadas.

Estadístico	Fórmula
Media aritmética (Y)	$Y = \frac{\sum yi}{n}$
Desviación estándar (S)	$S = \sqrt{\frac{\Sigma(yi^2) - \Sigma(yi)^2 / n}{n - 1}}$
Coeficiente de variación (CV %)	$CV\% = \frac{S}{Y} * 100$

Error estándar (SE)	$S_y = \frac{S}{\sqrt{n}} * \sqrt{1 - \frac{n}{N}}$
Límites de confianza al 95 % de confiabilidad	$T_{Li} = X - t_{\alpha/2,gl} * (S_Y)$ $T_{Ls} = +t_{\alpha/2,gl} * (S_Y)$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la investigación de *J. neotropica*, en el bosque La Victoria en la fecha de estudio correspondió al área de estudio de 0,9 hectáreas con inferencia estadística a 1 hectárea.

Regeneración Natural

En una hectárea de bosque natural de *J. neotropica*, se registraron 11 individuos en diversos estados de crecimiento. La regeneración natural se evidencia principalmente en la presencia de 6 brinzales, seguida por 3 individuos en estado de latizal bajo y 2 en latizal alto (Tabla 5).

Tabla 5. Número de individuos censados de la regeneración natural en área neta de estudio

Categoría de regeneración	Dimensión	Número de individuos por área			
Brinzal	0,3 m - < 1,50 m altura	0,9 ha	5	1 ha	6
Latizal bajo	≥ 1,50 m - 4,9 cm DAP		3		3
Latizal alto	≥ 5 cm DAP - 9,9 cm DAP		2		2

La regeneración natural de *J. neotropica* en el bosque La Victoria evidencia una distribución preocupante, con una densidad por hectárea de 6 individuos en la etapa de brinzales, 3 en latizal bajo y 2 en latizal alto. Estos datos indican una regeneración limitada y desigual, probablemente influenciada por factores como la competencia por recursos, la calidad del suelo y las condiciones microclimáticas específicas de la zona (Vaca y Palacios, 2023). La baja cantidad de individuos en las etapas de latizal bajo y alto sugiere dificultades en la transición de brinzales a árboles jóvenes, comprometiendo la sostenibilidad a largo plazo de la población de *J. neotropica* en esta región. Es importante implementar estrategias de manejo forestal que promuevan la regeneración y el crecimiento de esta especie, dada su importancia ecológica y su estado de conservación (Palacios-Herrera et al., 2023). Además, un estudio realizado por Quezada y Palacios, (2024), revela una situación igualmente alarmante para la

regeneración natural de *J. neotropica* en la Reserva Natural "El Tundo". Los resultados muestran una regeneración extremadamente limitada, con solo tres individuos encontrados en la categoría de brinzal (0,30 m - <1,5 m de altura) y la ausencia total de individuos en las categorías de latizal bajo ($\geq 1,5$ m - 4,9 cm DAP) y latizal alto (≥ 5 cm - 9,9 cm DAP). Esta escasez de individuos en etapas de crecimiento crítica pone en riesgo la estabilidad de la población actual y su capacidad de expansión futura. Estos estudios subrayan la necesidad urgente de implementar medidas de conservación y restauración efectivas para asegurar la supervivencia y el crecimiento sostenible de *J. neotropica* en su hábitat natural.

Parámetros estructurales

Fustales

La densidad poblacional de árboles de *J. neotropica* para una hectárea de bosque natural de la Victoria fue de 31 individuos (Tabla 6).

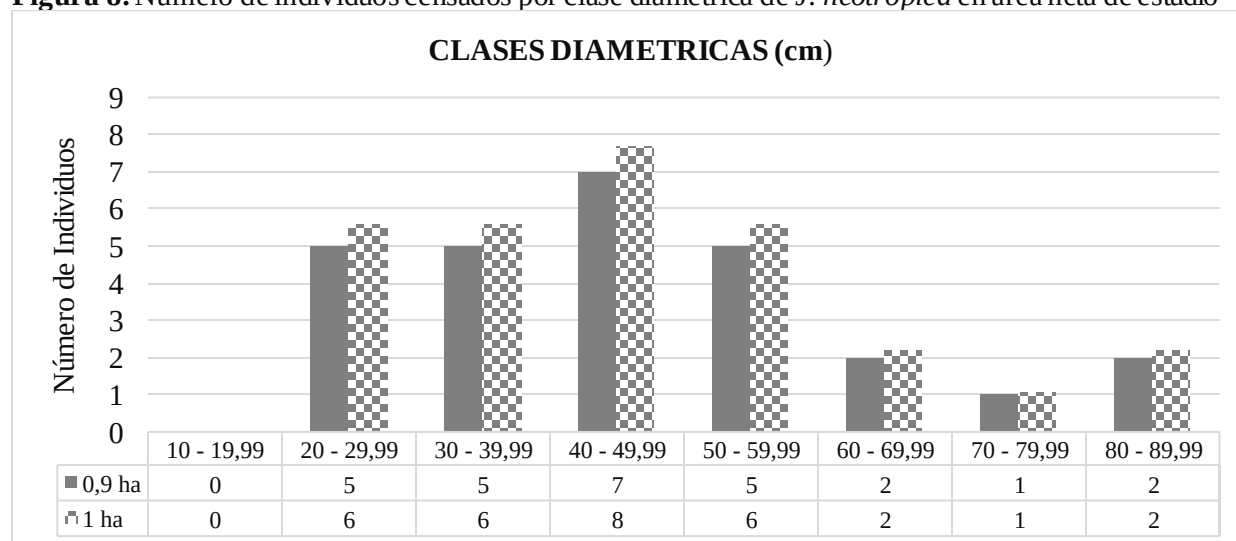
Tabla 6. Número de individuos censados en al neta de estudio

Número de individuos por área al 100% de muestreo			
0,9 ha	27	1 ha	31

Estructura horizontal

Los 31 individuos/ha, en área de estudio se encontraron distribuidos en clases diamétrica de la siguiente manera (Figura 8).

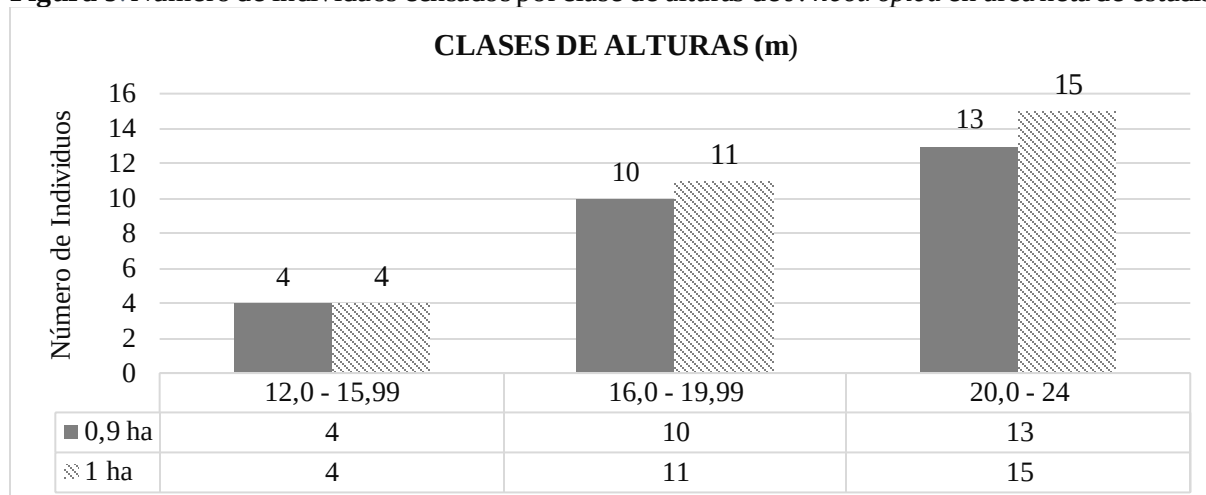
Figura 8. Número de individuos censados por clase diamétrica de *J. neotropica* en área neta de estudio



Estructura vertical

La altura total de los 31 individuos/ha encontrados en área de estudio fue como se puede observar en la (Figura 9), esta proyección nos da la información a qué altura se encuentran los frutos más altos en *J. neotropica*. Facilitando tener mayor precisión sobre el desplazamiento de los frutos al caer al suelo.

Figura 9. Número de individuos censados por clase de alturas de *J. neotropica* en área neta de estudio



Los resultados obtenidos en el bosque nativo La Victoria muestran una estructura diamétrica y de altura que coincide con investigaciones de estudios similares en bosques neotropicales. En investigaciones realizadas por Palacios-Herrera et al. (2023), se encontró una mayor concentración de individuos de *J. neotropica* en clases diamétricas intermedias, específicamente entre 30 y 50 cm de DAP, lo cual es consistente con los resultados observados en La Victoria. Además, la distribución de alturas en La Victoria, con las mayores alturas en árboles de 20 a 24 metros, también refleja patrones similares a los reportados por Toro y Roldán (2018) en bosques húmedos tropicales de Colombia, donde se documentó que los árboles más altos se encuentran en las clases diamétricas superiores¹. Estos estudios corroboran que factores ambientales y ecológicos locales juegan un papel sumamente importante en la dinámica del crecimiento y distribución de *J. neotropica*, resaltando la importancia de realizar inventarios forestales detallados para comprender mejor la estructura y composición de los bosques neotropicales. Los resultados obtenidos del estudio en el bosque nativo La Victoria revelan una distribución equilibrada de *J. neotropica* en términos de clases diamétricas, con un rango que va desde 20 cm hasta 80 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP). La mayoría de los individuos se concentraron en las clases de 40 a 50 cm de DAP, lo que sugiere un desarrollo óptimo de los árboles en este intervalo,

probablemente debido a condiciones edáficas y climáticas favorables en el área de estudio. Esta tendencia ha sido observada en otros estudios de especies del género *Juglans*, donde las clases intermedias suelen ser las más representadas, indicando un proceso de regeneración natural activo y sostenido (Toro y Roldan, 2018). Además, las alturas encontradas, entre 12 y 24 metros, corresponden a árboles en estados juveniles a maduros, lo cual es consistente con estudios previos en áreas montañosas de similar altitud donde *J. neotropica* se desarrolla mejor en alturas superiores a los 1800 metros (Álvarez et al., 2023).

Aprovechamiento y rendimiento de frutos

Para el aprovechamiento de los frutos y su rendimiento de tinte de *J. neotropica*, se seleccionaron 7 individuos de los 31 ind/ha encontrados, con características fenotípicas deseables y disponibles en la época de estudio, un individuo por clase diamétrica (Tabla 7).

Tabla 7. Rendimiento de tinte de *J. neotropica* por árbol de cada clase diamétrica

Clase diamétrica (cm)	Nº de árboles	Nº de frutos	Tinte/árbol (lit)
10 – 19,99	-	-	-
20 - 20,99	1	633	9,5
30 - 30,99	1	800	12
40 - 40,99	1	900	13,5
50 - 50,99	1	767	11,5
60 - 60,99	1	789	11,8
70 - 70,99	1	775	11,6
80 - 80,99	1	500	7,5

Cálculos estadísticos

En los siguientes análisis estadísticos se presenta el volumen de tinte de *J. neotropica* por árbol con su promedio y límites de confianza (Tabla 8).

Tabla 8. Rendimiento mínimo, medio y máximo de tinte de *J. neotropica* por árbol muestreado

Estadísticos	Valor
Media Aritmética	11.1 L/árbol
Desviación estándar (S)	3,83 L/árbol
Coeficiente de variación (CV%)	34.5 %
Error Estándar (SY)	1.25 L/árbol

Límites de confianza al 95 % de confiabilidad $T_{Li} = Y - t(S_Y)$	8.04 L/árbol
Límites de confianza al 95 % de confiabilidad $T_{Ls} = Y + t(S_Y)$	14.16 L/árbol

Los resultados obtenidos en esta investigación sobre la productividad de tinte a partir de frutos de *J. neotropica* revelan un promedio de 11.1 litros/ha, con un límite superior de 14.16 litros/ha y un límite inferior de 8.04 litros/ha, demostrando una variabilidad considerable que podría ser influenciada por factores ambientales y prácticas agrícolas; aunque no se encontraron estudios comparables para contrastar directamente estos resultados, la alta productividad promedio sugiere un potencial significativo para el uso de *J. neotropica* como fuente de tinte natural, subrayando la necesidad de futuras investigaciones que desarrollen metodologías estandarizadas y comparativas para evaluar la productividad en diferentes regiones y condiciones.

CONCLUSIONES

Con respecto a la regeneración natural la investigación revela una distribución alarmante de *J. neotropica* en el bosque La Victoria, evidenciando una regeneración natural limitada y desigual, con una baja densidad de individuos en las etapas de latizal bajo y alto. Esta tendencia sugiere dificultades en la transición de brinzales a árboles jóvenes, poniendo en riesgo la sostenibilidad a largo plazo de la población de *J. neotropica* en esta región. Es crucial implementar estrategias de manejo forestal para fomentar la regeneración y el crecimiento de esta especie.

Por otra parte, en cuanto a los parámetros estructurales los resultados obtenidos en el bosque nativo La Victoria muestran una distribución equilibrada de *J. neotropica* en términos de clases diamétricas y alturas. La mayoría de los árboles se concentran en la clase diamétrica de 40 a 50 cm de DAP, y alturas de 12 a 24 metros, sugiriendo un desarrollo óptimo gracias a condiciones ambientales favorables. Por último, la productividad de tinte de *J. neotropica* registró un promedio de 11.1 litros/ha, con una notable variabilidad influenciada por factores ambientales y prácticas agrícolas. Aunque no se encontraron estudios comparables, estos resultados sugieren un significativo potencial para la producción de tinte natural a partir de *J. neotropica*, subrayando la necesidad de investigaciones futuras

para desarrollar metodologías estandarizadas y realizar evaluaciones comparativas en diferentes regiones y condiciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, H. V. V., Vilema, G. A. V., Gómez, C. P. D., & García, J. L. C. (2023). Estudio fenológico de *Juglans neotropica* Diels. en Imbabura–Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 13(2), 23-33.
- CATIE. 2002. Inventarios Forestales para bosques latifoliados en América Central/ eds Lorena Orozco, Cecilia Brumer. Turrialba, C.R. CATIE, 2002. 264 p
- <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32078A9672729>.
- <https://doi.org/10.3390/agronomy13102531>
- https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10430
- IUCN. (1996). Americas Regional Workshop *Juglans neotropica* (Conservation & Sustainable Management of Trees, Costa Rica, November 1996). The IUCN Red List of Threatened Species 1998: E.T32078A9672729.
- Lamprecht, H. (1990). Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. Posibilidades para un aprovechamiento sostenido.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Palacios, B., Enriquez, D., & Sosa, A. (2018). Potencial de productividad de aceite de *Oenocarpus bataua* Mart, en la Amazonía ecuatoriana, Cantón Taisha. *Bosques Latitud Cero*, 8(1), 32-43.
- Palacios-Herrera, B.; Pereira-Lorenzo, S.; Pucha-Cofrep, D. Influence of Climate, Soil, and Topography on the Phenotypic Traits of *Juglans neotropica* Diels Matrix Trees in Natural and Artificial Populations of the Loja and Zamora-Chinchipe Provinces of Ecuador. *Preprints* **2025**, 2025011434. <https://doi.org/10.20944/preprints202501.1434.v1>
- Palacios-Herrera, B.; Pereira-Lorenzo, S.; Pucha-Cofrep, D. Natural and Artificial Occurrence, Structure, and Abundance of *Juglans neotropica* Diels in Southern Ecuador. *Agronomy* **2023**, 13, 2531.

- Palacios-Ochoa, C., & Ullauri, N. Revalorización de métodos ancestrales de tinturado natural en las provincias de Loja y Azuay del sur de Ecuador Assessment of ancient techniques of natural dyeing in the provinces of Loja and Azuay in the south of Ecuador.
- Ponce Guevara, G., & Morales Jácome, D. (2011). Estudio de procesos de elaboración de tintes naturales con dos especies vegetales. *Nogal” (Juglans neotropica) y “Guarango” (Caesalpinia spinosa) y propuesta de revalorización de saberes ancestrales con las mujeres de la Asociación de Artesanas “Wuarmi Maki” comunidad de Peguche en el Cantón Otavalo.*
- Quezada Vargas, L. A., & Palacios Herrera, B. G. (2024). Factor de Forma, Regeneración Natural y Carbono Almacenado en Necromasa de *Juglans neotropica* Diels, en una Hectárea de Bosque en la Reserva Natural El Tundo, Cantón Sozoranga Provincia de Loja. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 11285-11300.
- Terán Terán, J. R. (2015). Tintura de algodón con colorante vegetal del fruto del nogal (*Juglans neotrópica*) de forma artesanal (Bachelor's thesis).
- Toro Vanegas, E., & Roldán Rojas, I. C. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. *Madera y bosques*, 24(1).
- Vaca Llivigañay-J. A., & Palacios Herrera, B. G. (2023). Estructura, productividad de madera y regeneración natural de *Juglans neotropica* Diels en la Hacienda la Florencia del Cantón y provincia de Loja. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 1640-1655. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5430.