

**Ciencia Latina**  
Internacional

---

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2024,  
Volumen 8, Número 1.

**DOI de la Revista:** [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1)

**FACTOR DE FORMA, REGENERACIÓN NATURAL Y  
CARBONO ALMACENADO EN NECROMASA DE  
JUGLANS NEOTROPICA DIELS, EN UNA HECTAREA  
DE BOSQUE EN LA RESERVA NATURAL EL TUNDO,  
CANTÓN SOZORANGA PROVINCIA DE LOJA**

FORM FACTOR, NATURAL REGENERATION AND CARBON  
STORED IN NECROMASS OF JUGLANS NEOTROPICA DIELS, IN  
A HECTARE OF FOREST IN THE EL TUNDO NATURAL RESERVE,  
SOZORANGA CANTON, PROVINCE OF LOJA

**Luis Angel Quezada Vargas**  
Universidad Nacional de Loja, Ecuador

**Byron Gonzalo Palacios Herrera**  
Universidad Nacional de Loja, Ecuador

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1.10430](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10430)

## Factor de Forma, Regeneración Natural y Carbono Almacenado en Necromasa de *Juglans neotropica* Diels, en una Hectarea de Bosque en la Reserva Natural El Tundo, Cantón Sozoranga Provincia de Loja

Luis Angel Quezada Vargas<sup>1</sup>

[07quezada9@gmail.com](mailto:07quezada9@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0006-4732-0804>

Carrera de Ingeniería Forestal  
Universidad Nacional de Loja  
Loja, Ecuador

Byron Gonzalo Palacios Herrera

[byron.palacios@unl.edu.ec](mailto:byron.palacios@unl.edu.ec)

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

Carrera de Ingeniería Forestal  
Universidad Nacional de Loja  
Loja, Ecuador

### RESUMEN

El uso excesivo y la drástica reducción de su hábitat natural *J. neotropica* ha sido y sigue siendo muy aprovechada, que se catalogado en “peligro de extinción”. El objetivo fue generar información sobre el factor de forma, regeneración natural y carbono almacenado en necromasa de la especie. Se estudió un bosque natural de Nogal, donde se realizó un inventario forestal, siguiendo dos métodos: el primero según el método estadístico al 100 % y el segundo según el objetivo para el manejo de bosque natural. Para determinar el factor de forma se midió las secciones transversales de cada individuo, cada dos metros utilizando la fórmula de Smalian. Para la regeneración natural se instalaron tres parcelas, donde se registró brinzales, latizal bajo y alto. Para el almacenamiento de carbono se instalaron cuatro parcelas, recolectando la necromasa total y se colectó 300 g de cada componente, para determinar la relación peso seco/peso húmedo. El factor de forma fue de 0,84. La regeneración natural registró la existencia de tres brinzales. El carbono fue de 16,97 Ton C/ha. A partir de esta información, se establecen las bases científicas que prioricen la necesidad de continuar realizando monitoreo a mediano y largo plazo, para conocer la silvicultura de la especie.

**Palabras clave:** juglans, bosques montanos, regeneración natural, factor de forma, necromasa

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [07quezada9@gmail.com](mailto:07quezada9@gmail.com)

# **Form Factor, Natural Regeneration and Carbon Stored in Necromass of *Juglans neotropica* Diels, in a Hectare of Forest in the El Tundo Natural Reserve, Sozoranga Canton, Province of Loja**

## **ABSTRACT**

The excessive use and drastic reduction of its natural habitat *J. neotropica* has been and continues to be so heavily exploited that it has been listed as "endangered". The objective was to generate information on the form factor, natural regeneration and carbon stored in necromass of the species. A natural walnut forest was studied, where a forest inventory was carried out, following two methods: the first according to the statistical method at 100 % and the second according to the objective for the management of natural forest. To determine the shape factor, the cross sections of each individual were measured every two meters using the Smalian formula. For natural regeneration, three plots were installed, where saplings, low and high grassland were recorded. For carbon storage, four plots were installed, collecting the total necromass and 300 g of each component to determine the dry weight/wet weight ratio. The form factor was 0.84. The natural regeneration recorded the existence of three saplings. Carbon was 16.97 Ton C/ha. From this information, scientific bases are established to prioritize the need to continue monitoring in the medium and long term, in order to know the silviculture of the species.

**Keywords:** juglans, montane forests, natural regeneration, form factor, necromassa

*Artículo recibido 15 enero 2023*

*Aceptado para publicación: 20 febrero 2023*



## INTRODUCCIÓN

*Juglans neotropica*, también conocida como nogal, es una especie de árbol nativo de los Andes y perteneciente a la familia Juglandaceae. Esta especie se encuentra en altitudes que oscilan entre los 1.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar en Sudamérica, específicamente en el noroeste de Venezuela, norte y sur de Colombia, Ecuador y el norte y centro de Perú. El nogal se desarrolla de forma natural en los bosques húmedos Premontanos y bosques húmedos montanos bajos de la zona interandina de Ecuador (Ramos Veintimilla et al., 2020).

*J. neotropica*, es una especie característica de los bosques montanos, históricamente presenta múltiples usos para las comunidades de la zona andina de América del Sur (Toro y Roldán, 2018). Por sus servicios ambientales, restauración ecológica de suelos degradados, mantenimiento de la calidad del aire y del agua, es una especie clave para la adaptación al cambio climático (Toro y Roldán, 2018). Esta especie es de particular interés debido a su amplia distribución e importancia cultural en Ecuador. Ha sido reportada en varias provincias de Ecuador, incluyen Loja, Ibarra, Puyo, Imbabura y Cuenca (Borja y Quituisaca, 2020).

En Ecuador, *J. neotropica* se los valles y estribaciones de la cordillera de los Andes. Dentro del Bosque Siempreverde Montano Sur de la Cordillera Oriental de los Andes entre los 2200 y 3000 m s.n.m.; en las localidades como La Argelia, El Zaño, El Tibio y La Merced. Además, en el ecosistema Bosque Montano Semideciduo de Pie de Catamayo-Alamor, que oscila entre los 400 y 1600 m s.n.m., *J. neotropica* está presente en las procedencias “El Tundo” y La Victoria. Así mismo en “El Tundo”, también se observaron nogales en el ecosistema Bosque Montano Estacional Siempreverde, situado bajo Catamayo-Alamor, en altitudes que van de 1600 a 2000 m s.n.m. (Palacios-Herrera et al., 2023).

En la actualidad es una especie escasa, relativamente difícil de encontrar, con una regeneración natural limitante, debido a las condiciones morfológicas y fisiológicas de la semilla, posee un bajo poder germinativo y una viabilidad relativamente baja (Toro y Roldán, 2018). Esta especie ha sido y sigue siendo muy aprovechada, tanto así que su excesivo uso y la drástica reducción de su hábitat natural en los bosques montanos, le han categorizado según la Lista Roja de la IUCN (1996) como una especie en “*peligro de extinción*”.

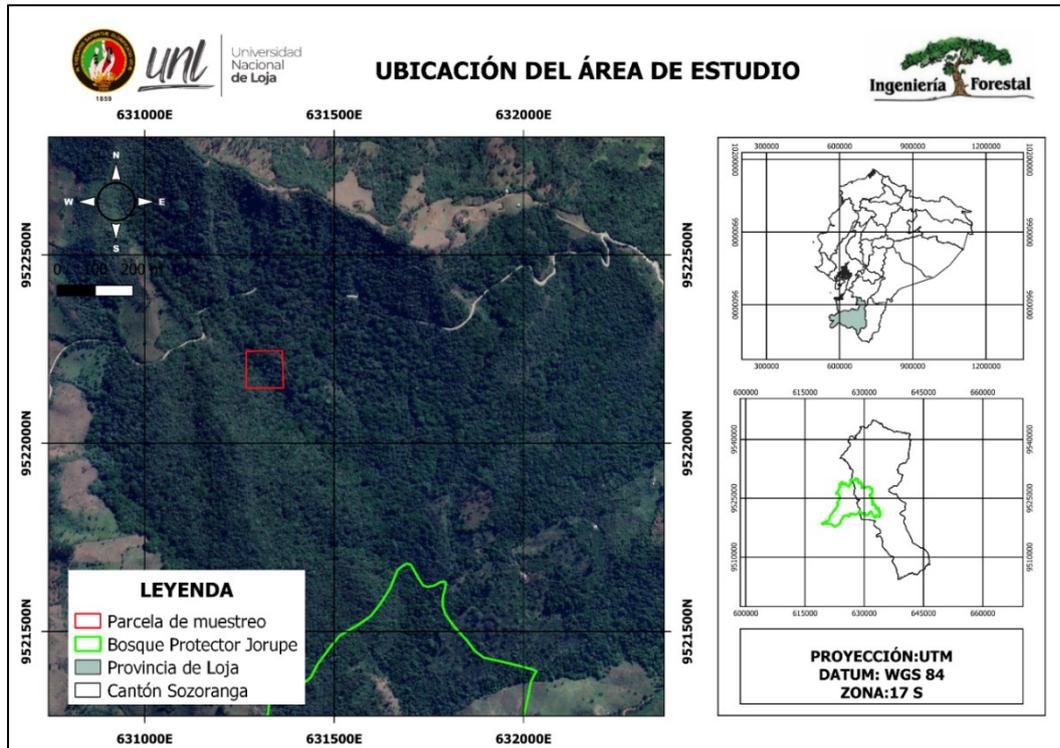
Por otro lado, *J. neotropica* es una especie semiheliófila, requiriendo sombra durante sus etapas iniciales (Regeneración), pero convirtiéndose en heliófila cuando es adulta (Palacios-Herrera et al., 2023), al ser una especie caducifolia, la hojarasca desempeña un papel vital en el mantenimiento del equilibrio de los ecosistemas, proporcionando una fuente de energía, aportando nutrientes y formando sustancias húmicas en el suelo, favoreciendo la conformación de comunidades vegetales afines con su presencia (Toro y Roldán, 2018).

Bajo este contexto, la presente investigación tuvo como objetivo fundamental obtener datos más reales sobre el factor de forma, regeneración natural y carbono almacenado en necromasa de *J. neotropica*, en el cantón Sozoranga, Ecuador, con el fin de contribuir con información, que permita aportar estrategias para la conservación, aprovechamiento del recurso forestal y conocer la silvicultura de la especie.

## **METODOLOGÍA**

El área de estudio se desarrolló en la Reserva Natural “El Tundo” misma que se encuentra ubicada en la zona sur del Ecuador, al occidente de la provincia de Loja, cantón Sozoranga, en el barrio “El Tundo”, posee una superficie de 150 ha, se desarrolla en un rango altitudinal de 1 800 a 2 400 m s.n.m. (Klitgaard et al., 1999) (Figura 1). El bosque protector “El Tundo” se encuentra dentro de la zona de vida Bosque húmedo montano bajo (bh-MB), su temperatura varía por la altitud que va desde 22 °C en la parte baja, a 14 °C en la parte alta con una precipitación de aproximadamente de 1 000 mm anuales, distribuidos entre los meses de enero a mayo, con un régimen tipo Costa (MAE, 2012). El bosque se ubica en terrenos con pendientes de hasta un 70 %, la topografía es irregular debido a que el área forestal se ubica en la parte media y alta de la microcuenca hidrológica Tundo-Papayal (Klitgaard et al., 1999), sus suelos poseen un pH neutro, poco profundos de coloración blanco, amarillo y gris y textura arcillo-arenoso (Cañadas, 1983).

**Figura 1.** Ubicación del área de estudio en la Reserva Natural “El Tundo”



### Procedimiento de muestreo y medición de variables dasométricas

#### Tipo de inventario

Se realizó un inventario forestal total aplicando la metodología propuesta por (Orozco y Brumér, 2002), el mismo que consistió bajo dos métodos distintos.

- 1- Método estadístico: Se realizó un inventario del 100 % con muestreo al azar, y el segundo.
- 2- Método basado en objetivos: Se realizó, un inventario para el manejo de bosques naturales, el mismo que tiene un rango de intensidad de muestreo entre el 1 a 5% de la superficie total.

Para determinar la fiabilidad y representatividad de la zona muestreada, se aplicó la fórmula de intensidad de muestreo (I).

$$I = \frac{\text{Superficie de la muestra}}{\text{Superficie de la población}} \times 100$$

Donde:

I: Intensidad de muestreo

Sm: Superficie de la muestra

Sp: Superficie de la población

100: Constante

#### Parámetros dasométricos

Para evaluar los parámetros dasométricos de la zona de estudio, se georreferenciaron los individuos con un diámetro a la altura del pecho ( $DAP_{1,30\text{ m}} \geq 10$  cm) utilizando un dispositivo GPS Garmin Montana 650. Una vez finalizado el inventario y la georreferenciación los individuos existentes de *J. neotropica*, se evaluaron las siguientes variables dasométricas: diámetro a la altura del pecho ( $DAP_{1,30\text{ m}}$ ) en cm, altura comercial (HC) y altura total (HT) en m (Tabla 1). A continuación, los datos de DAP de los individuos inventariados se organizaron en clases diamétricas de 10 cm de amplitud, siguiendo el protocolo establecido por Lamprecht (1990).

**Tabla 1.** Parámetros dasométricos.

Parámetros	Fórmula
Diámetro a la altura del pecho	$DAP_{1,30\text{ m}}$
Altura tota	HT (m)
Altura comercial	HC (m)
Área basal de un individuo	$g = DAP^2 \times 0,7854$
Área basal de la población	$Gm^2 = DAP^2 \times 0,7854$
Volumen	$Vm^3 = G \times HC \times F$

### Factor de forma real

Para determinar el factor de forma real del fuste de *J. neotropica* en pie, se seleccionaron 42 árboles con las mejores características fenotípicas sobresalientes correspondiendo a una muestra del 85 % del número de árboles encontrados en la PTM, se utilizó el método “No destructivo Hohenald” que consiste en la división relativa de la longitud vertical de la sección del árbol en pie cada dos metros, propuesto por Lima (2010), esto debido a que no se procedió al apeo de los árboles de *J. neotropica*, por tratarse de una especie catalogada en peligro de extinción y de aprovechamiento condicionado según la (IUCN, 1996 ; MAE, 2014).

Posteriormente se calculó el volumen comercial, volumen del cilindro y por último el factor de forma (Tabla 2), para ello se aplicó la fórmula propuesta por (Ugalde,1981).

**Tabla 2.** Fórmulas aplicadas.

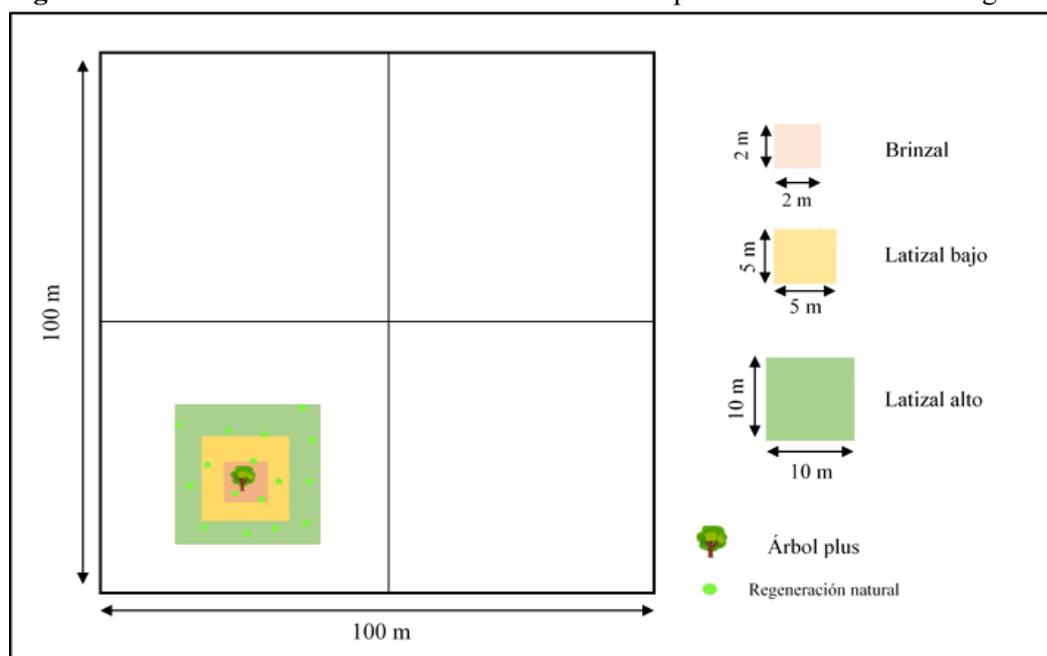
Parámetros	Fórmula
Factor de forma	$F = \frac{V_r}{V_c}$
Volumen real	$V_{sm}^3 = \left(\frac{S_0 + S_1}{2}\right) * L$
Volumen cilindro	$V_c m^3 = G * H_c$

Fuente: Ugalde (1981).

### Regeneración natural

Se aplicó la metodología propuesta por Orozco y Brumér (2002) quienes contabilizan a los individuos en tres categorías de regeneración (Brinzal, Latizal bajo, Latizal alto) (Tabla 3), además se instaló tres subparcelas anidadas para cada categoría de regeneración, según lo recomendado por Ortiz y Quirós (2002) (Figura 2).

**Figura 1.** Diseño e instalación de unidades de muestreo para la evaluación de la regeneración natural.



**Tabla 3.** Categorías de regeneración natural para la evaluación J. neotropica.

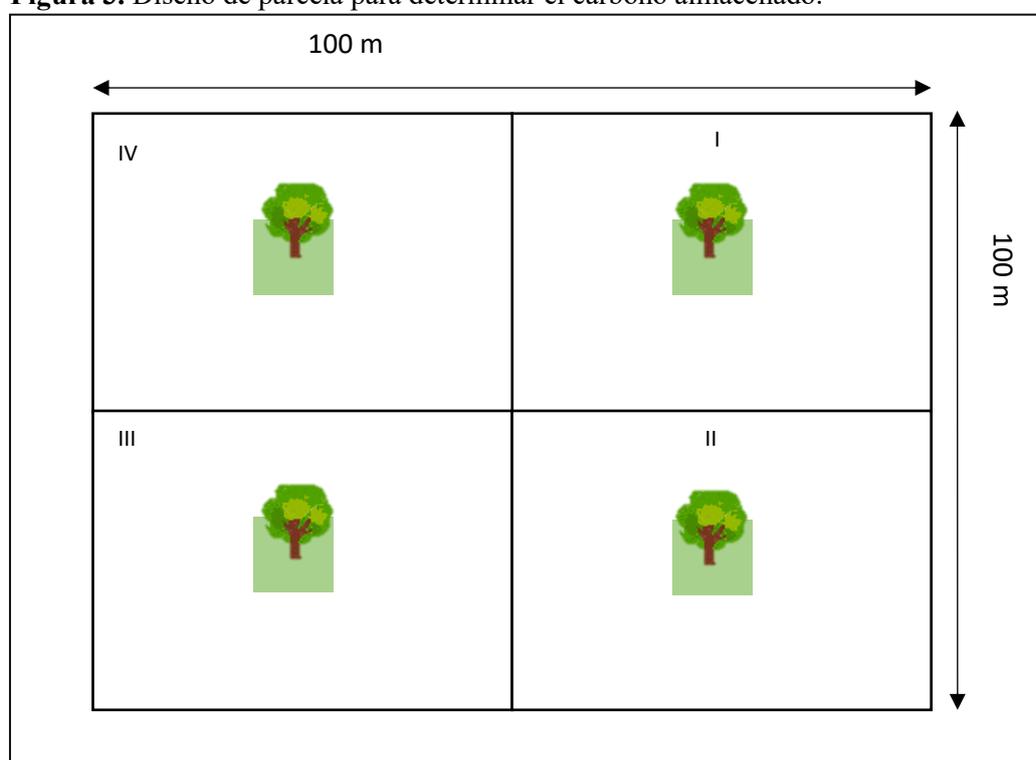
Categorías de regeneración	Dimensión
Brinzal	0,30 m - <1,5 m altura
Latizal bajo	≥1,5 m - 4,9 cm dap
Latizal alto	≥5 cm - 9,9 cm dap

Fuente: Orozco y Brumér (2002)

### Crabono almacenado en necromasa

Se instaló cuatro subparcelas de 1 x 1 m al pie de los árboles de *J. neotropica*, identificados al azar, siguiendo la metodología propuesta por Schlegel et al., (2001), en base al Manual de Procedimientos para Inventario de Carbono en Ecosistemas Forestales (Figura 3). Posteriormente se recolectó todo el material vegetal considerado necromasa, mismos que fueron pesados *in situ* con el propósito de obtener su peso húmedo total (en campo) de cada subparcela y una sub-muestra de (300 g) para el secado en una en estufa por 72 horas, a 100 °C, hasta obtener un peso seco constante, que se usó para determinar la relación peso seco/peso húmedo (Tabla 4).

**Figura 3.** Diseño de parcela para determinar el carbono almacenado.



**Tabla 4.** Fórmulas aplicadas.

Parámetros	Fórmula
Biomasa total	$B = ps * \left(\frac{pf}{psl}\right)$
Carbono almacenado total	$Cat = Nt * Fc$

Fuente: IPCC (2006)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Factor de forma real

Respecto a las variables dasométricas los resultados obtenidos en altura máxima de 33,7 m y DAP máximo 1,03 m (Tabla 5) son semejantes a los registrados por Ecuador Forestal (2010), Toro y Roldán (2018), Vaca y Palacios (2023) y Palacios-Herrera et al. (2023), quienes reportan que la especie alcanza alturas entre 14 y 40 m y DAP de 1,03 m, lo cual puede ser influenciado por las condiciones similares de clima y suelo entre las áreas de estudio. Por otra parte, Toro y Roldán (2018), indican que el rango altitudinal óptimo para crecimiento y desarrollo de la especie es entre 1 800 a 2 800 m s.n.m., lo cual se comprueba en la Reserva Natural “El Tundo”, en donde la especie se desarrolla desde los 1 800 a 2 400 m s.n.m.

**Tabla 5.** Medidas de tendencia de la de las variables dasométricas: Altura total y altura comercial en la Reserva Natural “El Tundo”.

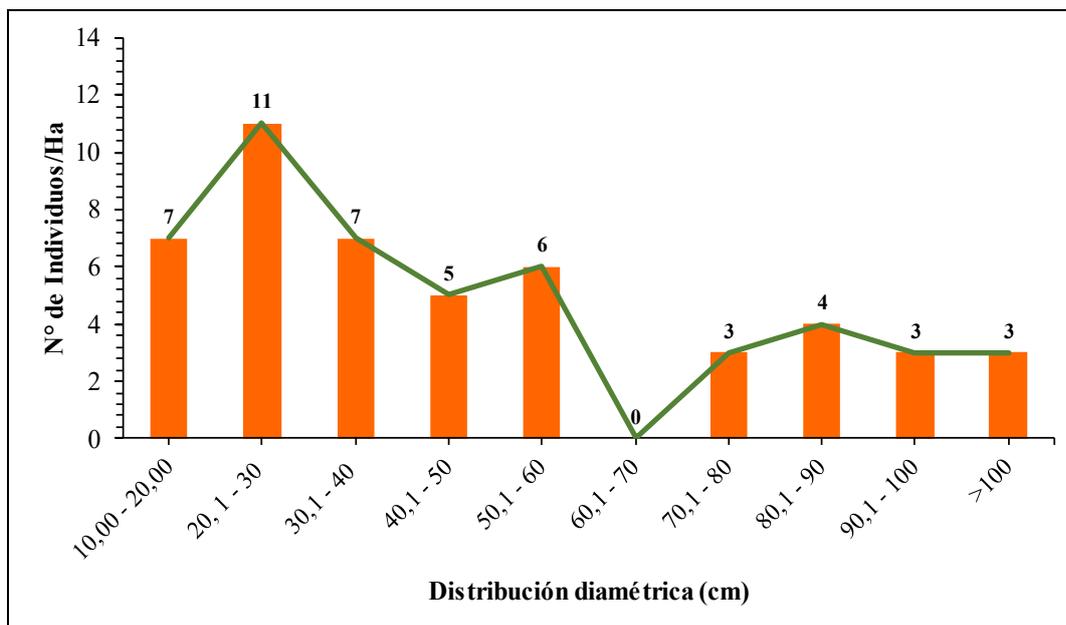
Variables Dasométricas		
Medidas	Altura total m	Altura comercial m
Max.	33,70	11
Med.	19,72	7,04
Min.	7	2

**Max:** Valor máximo  
**Med:** Valor medio  
**Min:** Valor mínimo

En lo referente a la distribución por clase diamétrica, primera, segunda y tercera clase (10-40 cm) agrupa la mayor frecuencia de individuos (51,03%) (Figura 4), resultados semejantes con lo reportado por Vaca y Palacios (2023) quienes mostraron que el 92,17 % se encuentran en categorías pequeñas de 10 - 50 cm, sin embargo en la Reserva Natural “El Tundo” *J. neotropica*, muestra una clase distribución discontinua o errática debido a la ausencia de individuos en una de sus clases diamétricas comprendida entre 60,1-70 cm, resultados similares a los reportados por Palacios-Herrera et al. (2023) en las localidades de La merced, “El Tundo”, La Victoria, el Zañe, El Tibio; por el contrario Vaca y Palacios (2023), reporta individuos jóvenes de *J. neotropica*, en proceso de recuperación y crecimiento según su estructura de tipo J invertida. Estas diferencias pueden atribuirse, que, en la actualidad, la especie se ve

seriamente amenazada por actividades ganaderas y agrícolas que generan amplias zonas deforestadas, que suponen una grave amenaza ejerciendo una presión significativa sobre la supervivencia de la especie. Estos resultados concuerdan con Botina y Meneses (2011) y Palacios-Herrera et al. (2023), quienes manifiesta que la especie no presenta una población bien estructurada con todos los estadios de desarrollo, situación que evidencia los inconvenientes que presenta la especie *J. neotropica*, en su estructura.

**Figura 4.** Curva de tendencia exponencial (Errática o discontinua). Distribución diamétrica del total de los individuos de la especie.



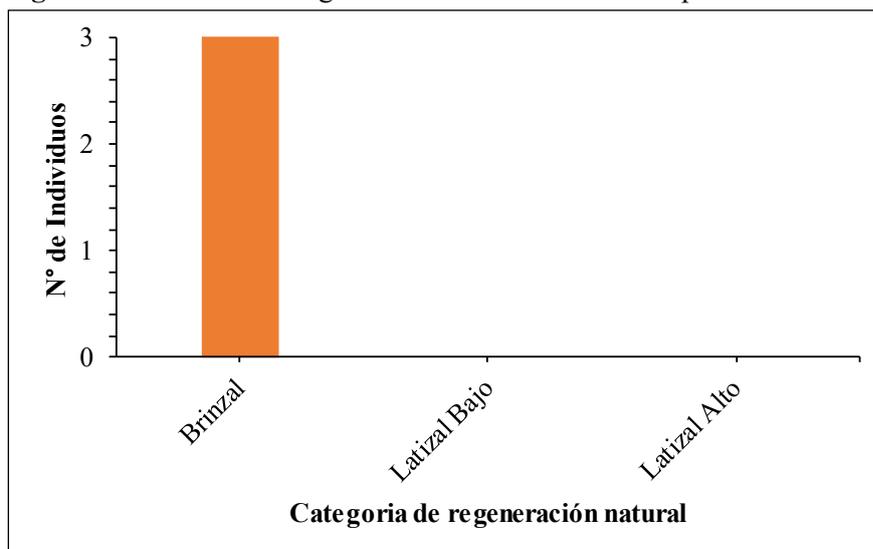
En el Ecuador el Ministerio del Ambiente (MAE, 2014), conforme a lo estipulado en el Acuerdo Ministerial 125, recomienda utilizar un factor de forma 0,7 para las especies latifoliadas, valor que es ligeramente inferior al encontrado en la Reserva Natural “El Tundo” *J. neotropica*, siendo un valor mayor de 0,84; el mismo que es próximo al determinado por Palacios et al. (2018) de 0,86; estas diferencias se deben a que existe diferencias estadísticas significativas, entre los factores de forma encontrados en diferentes familias arbóreas como: Leguminosae, Lecythidaceae, Moraceae según Ojeda (1983), además Sánchez (2012), demostró que el factor de forma determinado en diferentes especies forestales latifoliadas como: *Cedrelinga cateniformes*, *Cordia alliodora*, *Otoba* sp., *Ceiba samauma* y *Nectandra* sp, en la provincia de Orellana no concuerdan con el factor de forma recomendado por el MAE, esto se debe a que el ahusamiento del fuste varía ampliamente, dependiendo de la especie, la

ubicación regional y el sitio, posición relativa del fuste y la copa dentro del dosel, como también de los tratamientos silviculturales aplicados en el rodal (Yner, 2014).

### Regeneración natural

En la regeneración natural, se registró un total de 3 individuos de *J. neotropica*, distribuidas en la categoría de brinzal, mientras que, las categorías latizal bajo y latizal alto no se contabilizó individuos, respectivamente (Figura 5).

**Figura 5.** Individuos de regeneración natural de *J. neotropica*.



La regeneración, en la zona de estudio es relativamente escasa, donde se registró 7 500 plántulas/ha en la categoría de brinzal, resultado considerablemente mayor al reportado por Vaca y Palacios (2023), quien registro un total de 850 Ind/ha distribuidos en tres categorías (brinzal, latizal bajo y latizal alto) siendo la categoría latizal bajo mayor número de individuos (700 individuos); esto se debe a que las plántulas son los más vulnerables a los agentes biótico y abióticos y por ende los individuos están sujetos a altos riesgos de mortalidad (Muñoz, 2017). Por otra parte, García (2002), reporta qué, la regeneración de la especie es muy baja, con presencia menor de 150 plántulas/ha; debido a que la regeneración de esta especie está ligada a la acción de agentes externos como luz, factores edáficos, temperatura, la humedad, disponibilidad de agua, oxígeno, nutrientes y tipo de suelo. Así mismo, los resultados de la investigación coinciden con lo reportado por Ecuador Forestal (2010), Toro y Roldán (2018) quienes manifiestan que la regeneración de *J. neotropica*, es escaza, debido al sobre aprovechamiento que se le da a la especie y a la poca existencia de rodales puros, con individuos muy dispersos, por lo que la

mayoría de las especies del género *Juglans* poseen latencia fisiológica llevando consigo a un aislamiento poblacional. *J. neotropica*, en la Reserva Natural “El Tundo” presenta una alta mortalidad, esto se debe a que la mayoría de sus plántulas se encuentran expuestas a un total sombrío y a una alta humedad presente en el sitio, todas estas manifestaciones coinciden con lo reportado por Stone et al. (2009) y Vaca y Palacios (2023), quienes mencionan situaciones similares en sus áreas de estudio.

### **Carbono almacenado en necromasa**

*J. neotropica*, acumulo un total de 13,58 kg/m<sup>2</sup> de biomasa y una acumulación de 6,79 Ton C/ha. Además, en una hectárea se produjo un total de 33,94 kg/m<sup>2</sup> de biomasa, de las cuales 16,97 Ton C/ha corresponden a la cantidad de carbono acumulado (Tabla 6).

**Tabla 6.** Contenido de biomasa y carbono almacenado en la necromasa por metro cuadrado y proyección a hectárea en la Reserva Natural “El Tundo”, cantón Sozoranga.

<b>Necromasa de <i>J. neotropica</i></b>		
<b>Área</b>	<b>Biomasa/m<sup>2</sup></b>	<b>Carbono/m<sup>2</sup></b>
4 m <sup>2</sup>	13,58 kg	6,79 Ton/C/ m <sup>2</sup>
10 000 m <sup>2</sup>	33,94 kg	16,97 Ton/C/ha

*J. neotropica*, almacena un total de 16,97 Ton C/ha, datos menores a los reportados por Ramírez et al. (2019), en la parroquia de Pimampiro, cantón San Pedro de Pimampiro, provincia de Imbabura quienes reportaron 13,19 T C/ha demuestran una menor tasa de secuestro de Carbono, la diferencia en los resultados, posiblemente se debe al estado de madurez fisiológica de la especie, como también la extensión y al número de individuos encontrados por hectárea, que difieren notablemente entre las investigaciones.

Una situación diferente se observa al carbono secuestrado en necromasa de *J. neotropica*, con 26,64 Ton/C/ha registrados por Zhang et al. (2017), en una plantación de *J. neotropica*, de 13 años en el suroeste de China. Estos valores son mayores si se compara con los 16,97 Ton/C/ha que muestra una menor tasa de secuestro de carbono, la diferencia puede explicarse por el limitado crecimiento de la especie producto del déficit hídrico en el bosque. Por otra parte, en estudios realizados en bosques andinos de Huancayo, Perú, Eyzaguirre (2015) determino 15 T C/ha y Cuesta et al. (2009) entre 15 y 40 T C/ha valores que concuerdan con los resultados de esta investigación, esto puede ser debido a que

los sitios de estudio presentan las mismas características climáticas y un rango altitudinal similar, lo que los convierte en un importante sumidero, tanto a escala global como a nivel de micrositio (Ayres et al., 2009).

## CONCLUSIONES

El factor de forma obtenido (0,83) en la Reserva Natural “El Tundo”, *J. neotropica*, es una aproximación más exacta que el factor de forma empleado por el MAATE (0,7) ya que se ha calculado a partir de una muestra de un rodal natural por presentarse en un estado maduro, con más de 158 años de edad.

La regeneración natural es considerada como un indicador de la salud en el estado futuro de la dinámica del bosque, *J. neotropica*, cuenta con una regeneración natural escasa, misma que no garantiza un incremento poblacional y estabilidad de la especie en el tiempo, por lo tanto, pone en peligro de extinción a la misma.

*J. neotropica*, registra un total de 16,97 Ton C/ha mismo que representa valores altos por el gran contenido de sus elementos (frutos y hojas) y su dinámica juega un rol muy importante en el funcionamiento del bosque, convirtiéndola en una especie clave en la adaptación ante el cambio climático por sus servicios ambientales y en la recuperación ecológica de suelos degradados.

## Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al señor Romeo Moreno alcalde del canton Sozoranga, por su importante colaboración al haber brindado el espacio para la realización del estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ayres, E., Steltzer, H., Simmons, B., Simpson, R., Steinweg, J., & Wallenstein, M. (2009). Home-field advantage accelerates leaf litter decomposition in forest. *Soil Biology and Biochemistry*, 41, 606-610.
- Borja, M., & Quituisaca, S. (2020). *Elaboración de harina, esencia y pasta de tocte para la aplicación en recetas de postres de innovación*. Universidad de Cuenca.
- Botina, J., & Meneses, O. (Eds.). (2011). *Juglans neotropica* Diels. En *Planes de manejo para la conservación de 22 especies focales de plantas en departamento del Valle del Cauca*. Cali, Colombia. (pp. 176-186).
- Cañadas, L. (1983). *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador* (PRONAREG). M.A.G.

- Cuesta, F., Peralvo, M., & Valarezo, N. (2009). *Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático.*
- Ecuador Forestal. (2010). *Fichas Técnicas de Especies Forestales: Ficha Técnica de Nogal.* <http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2010/08/NOGAL.pdf>
- Eyzaguirre, I. (2015). Stock de carbono almacenado en la biomasa aérea, sotobosque y suelo en bosques andinos, Huancayo, Perú, 2013. *Revista ECIPerú*, 11(2), 11.
- García, C. (2002). *Estudio ecológico, silvícola y de utilización del nogal (Juglans olanchana Standl. & L.O. Williams) en bosque latifoliados de Honduras.*
- IPCC. (2006). Agriculture, forestry and other land uses. En H. S. Eggleston, L. Buendía, K. Miwa, T. Ngara, & K. Tanabe (Eds.), *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme* (Vol. 4).
- 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.* <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T32078A9672729.en>
- Klitgaard, B., Lozano, P., Aguirre, Z., Merino, B., Aguirre, N., Delgado, T., & Elizalde, F. (1999). Análisis Florístico y Estructural del Bosque El Tundo Sozoranga, Loja, Ecuador. *Herbario Loja*, 3, 1-24.
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas. Posibilidades para un aprovechamiento sostenido.* GTZ. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit.
- Lima, J. (2010). *Avaliação de um sistema de inventário florestal contínuo em áreas manejadas e não manejadas do estado do Amazonas (AM)* [Doutorado em Biología Tropical e Recursos Naturais, – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Universidade Federal do Amazonas, Manaus]. <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/4963>
- MAE. (2012). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental.* Subsecretaría de Patrimonio Natural.

- Ministerio del Ambiente del Ecuador[MAE]. (2014). *Normas para el Manejo Forestal Sostenible de los Bosques Nativos Húmedos*.
- Muñoz, J. (2017). Regeneración Natural: Una revisión de los aspectos ecológicos en el bosque tropical de montaña del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(2), Article 2.
- Ojeda, W. (1983). Factor de forma preliminar para seis familias de especies forestales tropicales. *Revista Forestal del Perú*, 11(1-2), 1-6.
- Orozco, L., & Brumér, C. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central* (CATIE). Turrialba, Costa Rica.
- Palacios, B., Aguirre, Z., Pucha Cofrep, D., & Feijoo Feijoo, C. E. (2018). *Form Factor and productivity of a plantation of Juglans neotropica Diels, established in the pregods of the National University of Loja*. 1, 77-86.
- Palacios-Herrera, B., Pereira-Lorenzo, S., & Pucha-Cofrep, D. (2023). Natural and Artificial Occurrence, Structure, and Abundance of *Juglans neotropica* Diels in Southern Ecuador. *Agronomy*, 13(10), 2531. <https://doi.org/10.3390/agronomy13102531>
- Ramírez, J., Oyos, E., & Chagna, E. (2019). Almacenamiento de carbono en plantaciones de *Juglans neotropica* Diels, con y sin asocio de *Coffea arabica* L. *Ciencias Ambientales/Environment Sciences*, 12(2), 73-80. <https://doi.org/10.18779/cyt.v12i2.330>
- Ramos Veintimilla, R. A., Murillo Gamboa, O., & Gallo, L. A. (2020). Potencial de mejoramiento genético en *Juglans neotropica* Diels, a los 10 meses de edad en Tunshi, Chimborazo/Potential of Genetic Improvement in *Juglans neotropica* Diels, at 10 months of age in Tunshi, Chimborazo. *KnE Engineering*, 5(2), 562-575. <https://doi.org/10.18502/keg.v5i2.6278>
- Sánchez, Y. (2012). *Elaboración de tablas de volúmenes y determinación de factores de forma de las especies forestales: Chunchu (Cedrelinga cateniformes), Laurel (Cordia alliodora), Sangre de Gallina (Otoba sp.), Ceibo (Ceiba samauma) y Canelo (Nectandra sp.), en la Provincia de Orellana* [Tesis de Grado]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Stone, D., Tripp, E., Ríos, G., & Manos, P. (2009). Natural history, distribution, phylogenetic relationships, and conservation of Central American black walnuts (*Juglans* sect. *Rhysocaryon*). *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 1-25.

- Toro, E., & Roldán, I. (2018). Estado del arte, propagación y conservación de *Juglans neotropica* Diels., en zonas andinas. *Madera y bosques*, 24(1). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411560>
- Ugalde, L. (1981). *Conceptos Básicos de Dasometría* (CATIE). Turrialba, Costa Rica.
- Vaca, J., & Palacios, B. (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](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5430)
- Yner, F. (2014). *DASOMETRÍA Apuntes de clase y guía de actividades prácticas* (Primera).

