



Abanico Agroforestal. Enero-Diciembre 2023; 5:1-12. <http://dx.doi.org/10.37114/abaagrof/2023.5>
Artículo Original. Recibido: 04/05/2022. Aceptado: 04/08/2023. Publicado: 02/09/2023. Clave: e2022-6
<https://www.youtube.com/watch?v=sbVljVrhmeo>

Estimación de biomasa aérea en bosque de *Pinus* y *Quercus*

Estimation of aboveground biomass in *Pinus* and *Quercus* forests



**Nájera-González Oyolsi^{1ID}, Parra-Pérez Monica^{2 ID}, Murray-Núñez Rafael^{1ID},
Flores-Vilches Fernando^{1ID}, Marceleno-Flores Susana^{1ID}**

¹Cuerpo Académico Recursos Naturales, Universidad Autónoma de Nayarit, Secretaría de Investigación y Posgrado. Ciudad de la Cultura Amado Nervo, S/N, C.P. 63000. Nayarit, México. ²Egresada de la Maestría en Ciencias Biológico Agropecuario (CBAP), Universidad Autónoma de Nayarit, México. *Autor correspondencia: Murray-Núñez Rafael. E-mail: oyolsi@uan.edu.mx, mrpp_1@hotmail.com, ramurray@uan.edu.mx, vilchez@uan.edu.mx, susana.marceleno@uan.edu.mx

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la biomasa aérea en los bosques de *Pinus* y *Quercus* en la Reserva de la Biosfera Sierra de San Juan, Nayarit. Se muestrearon parcelas rectangulares de 1000 m², donde se midió el diámetro a la altura del pecho de los árboles >25 cm, y se estimó la biomasa mediante ecuaciones alométricas para los géneros, *Pinus* ($B= 0.084 \cdot DAP^{2.47}$) y *Quercus* ($B= 1.91 \cdot DAP^{1.782}$). Los resultados mostraron que en promedio se cuenta con una biomasa aérea de 222.82 Mg ha, de las cuales los bosques de *Pinus* contribuyen con 142.54 Mg ha y los bosques de *Quercus* con 80.28 Mg ha. Lo anterior permite concluir que los bosques de *Pinus* son el género que almacenan más biomasa aérea en sus estructuras aéreas y en combinación con los bosques de *Quercus*, transforman y almacenan el carbono atmosférico en sus biomásas y con ello, contribuyen a regular las concentraciones de CO₂ en la atmósfera.

Palabras clave: Biomasa aérea, *Pinus-Quercus*, Diámetro normal, Ecuaciones alométricas.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the aboveground biomass in *Pinus* and *Quercus* forests in the Sierra de San Juan Biosphere Reserve, Nayarit. Rectangular plots of 1000 m² were sampled, where the diameter at breast height of trees >25 cm was measured, and the biomass was estimated using allometric equations for *Pinus* ($B= 0.084 \cdot DAP^{2.47}$) and *Quercus* ($B= 1.91 \cdot DAP^{1.782}$). The results showed an average aboveground biomass of 222.82 Mg ha, of which *Pinus* forests contributed 142.54 Mg ha and *Quercus* forests 80.28 Mg ha. This allows us to conclude that *Pinus* forests are the genus that store more biomass in their aerial structures and in combination with *Quercus* forests, they transform and store atmospheric carbon in their biomass and thus contribute to regulate CO₂ concentrations in the atmosphere.

Keywords: Biomass aerial, *Pinus-Quercus*, Basal diameter, Allometric equations.

INTRODUCCIÓN

Los bosques son áreas extensas de terreno cubiertas de árboles y otros tipos de vegetación que contribuyen a la conservación de cuencas hidrográficas mediante la regulación del ciclo hidrológico y conservación del agua en ecosistemas frágiles (López *et al.*, 2017); permiten la conservación del suelo (Rodríguez *et al.*, 2021); sirven para el



mantenimiento y conservación de la diversidad biológica (Espinosa *et al.*, 2012); proveen de recursos naturales para el sustento, medios de vida y bienestar para cerca de 880 millones de personas de todo el mundo (FAO- PNUMA, 2020; CEPAL, 2021), ayudan a mejorar y estabilizar los paisajes (Berrahmouni *et al.*, 2017; Ramírez & Morales, 2021).

Se han reconocido como el recurso natural de mayor importancia a nivel global al proveer una gran variedad de servicios ecosistémicos (Balvanera, 2012), que permiten cumplir funciones vitales para el mantenimiento de los procesos ecológicos y la regulación de los ciclos biogeoquímicos.

Hoy en día, el papel más importante que desempeñan los bosques es la regulación del clima global ante el cambio climático, por su capacidad de absorber dióxido de carbono (CO₂) y fijarlo en forma de biomasa (CEPAL, 2021), lo que permite regular el intercambio entre la biomasa vegetal y la atmósfera (Acosta *et al.*, 2001) y la reducción del efecto invernadero a través de la captura de carbono (Sione *et al.*, 2022).

De esta forma, los bosques representan una alternativa biótica para reducir la cantidad de bióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, mediante el proceso de la fotosíntesis, convirtiéndose en sumideros o almacén carbono en forma de biomasa vegetal, con registros entre 60 a 115 toneladas de carbono por hectárea (Kanninen, 2000); se estima que el fuste de un árbol almacena aproximadamente el 84% de biomasa, de la cual el 46% es carbono (Tobías-Baeza *et al.*, 2019), lo cual da muestra de su capacidad de fijar este elemento en sus estructuras (Trugman *et al.*, 2018).

Pese a la importancia de los diferentes servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques, desde 1990 a nivel mundial se han perdido cerca de 420 millones de hectáreas a causa del cambio de uso de la tierra y más de 100 millones de ha están siendo afectadas por incendios forestales, plagas, enfermedades, especies invasivas, sequías y fenómenos meteorológicos adversos (FAO-PNUMA, 2020). En México, representan la segunda fuente de emisiones de gases efecto invernadero (principalmente dióxido de carbono), debido a procesos como deforestación, cambio y uso del suelo e incendios forestales (Ordoñez *et al.*, 2001).

A partir de lo anterior, se vuelve importante conocer la biomasa en los bosques a fin de cuantificar su productividad, determinar el carbono en ellos almacenado, estimar la tasa de fijación de CO₂, y a partir de ello, valorar el impacto y diseñar las estrategias de mitigación de gases efecto invernadero (Méndez *et al.*, 2011). Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo es estimar la biomasa aérea en bosques de *Pinus* y *Quercus* dentro de la Reserva de la Biosfera Estatal Sierra de San Juan, Nayarit, a través de modelos alométricos de biomasa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La Reserva de la Biosfera Estatal Sierra de San Juan cuenta con 20,053.5 ha y se localiza en los municipios de Tepic y Xalisco en el estado de Nayarit, México (Figura 1), entre las coordenadas 21°20' y 21°32' de latitud norte y los meridianos 104°53' y 105°03' de longitud oeste, con una altitud máxima de 2240 msnm. Geográficamente se ubica dentro de la provincia fisiográfica del Cinturón Volcánico Mexicano, en la subprovincia del Cinturón Volcánico Occidental. Presenta dos condiciones climáticas, una templada con temperatura promedio anual de 15.5°C a 18 °C; y otra semicálido con una temperatura promedio anual de 18°C a 22 °C. Geológicamente, la zona se caracteriza por la presencia de basaltos, materiales ígneos extrusivos (andesita riolita y pumicita) y tobas. Los principales grupos referenciales de suelos en el área son Cambisol, Andosol, Regosol, Luvisol; sobre estos suelos se han desarrollado diferentes tipos de vegetación, tales como bosques de pino, de encino, mesófilo de montaña; asociaciones de vegetación secundaria y pastizales (Bojórquez, 1995).

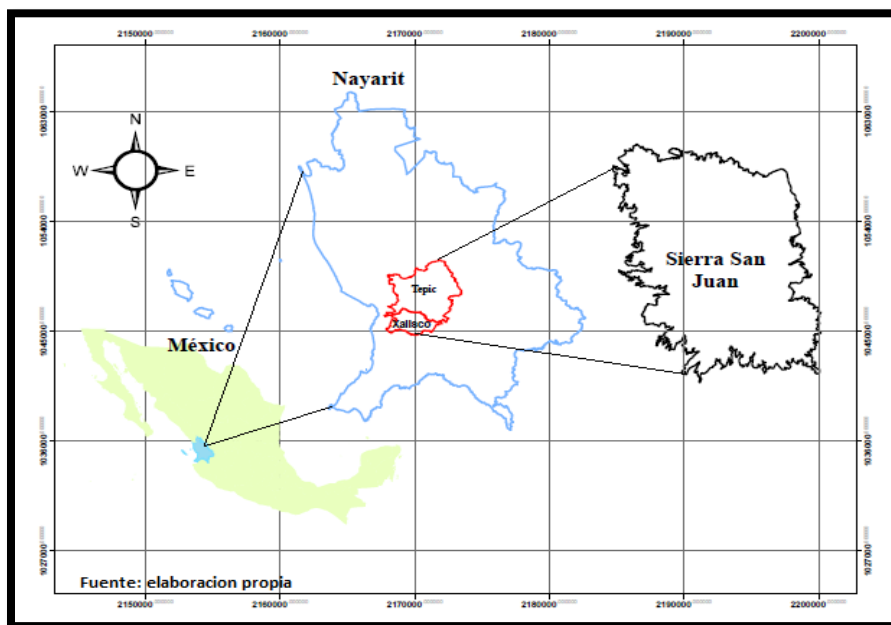


Figura 1. Localización de la Reserva de la Biosfera Estatal Sierra de San Juan, Nayarit, México

Unidades de muestreo y medidas dasométricas

Para el muestreo de los árboles se utilizó un diseño al azar simple; el número de muestra se obtuvo empleando la fórmula de Márquez (2000) y los sitios de muestreo fueron rectangulares (100 x 10 m) de 1000 m² en 23 transectos. En los sitios se midieron los árboles con un diámetro de altura de pecho (DAP) mayores a 20 cm. La medición se realizó con una cinta diamétrica y se determinó su posición central mediante una



georreferenciación satelital (GPS). Los muestreos se realizaron entre diciembre del año 2016 y marzo del año 2017.

Estimación de la biomasa aérea

Los métodos usados para estimar la biomasa se pueden dividir en directos e indirectos (Araujo *et al.*, 2011); estos últimos (modelos alométricos de biomasa) son empleados en estimaciones de carbono almacenado en sistemas forestales y agroforestales (Segura *et al.*, 2008). Para estimar la biomasa de cada transecto, en este trabajo se aplicó el método indirecto (no destructivo) y se emplearon las ecuaciones alométricas reportadas por Rojas-García *et al.* (2015) y Pérez Martínez (2011) para *Pinus spp.* y *Quercus spp.*, respectivamente (Tabla 1). Los resultados se expresaron en megagramos de biomasa por hectárea (Mg ha^{-1}).

Tabla 1. Ecuaciones alométricas empleadas para estimar la biomasa en *Pinus* y *Quercus* en la Reserva Estatal de la Biosfera Sierra de San Juan, Nayarit, México

Especie	Ecuación	Fuente
<i>Pinus spp.</i>	$B = 0.084 \cdot \text{DAP}^{2.47}$	Rojas-García <i>et al.</i> (2015)
<i>Quercus spp.</i>	$B = 1.91 \cdot \text{DAP}^{1.782}$	Pérez Martínez (2011)

Dónde: B = Biomasa en kg, DAP = Diámetro a la altura del pecho

Cálculo de biomasa aérea por hectárea

Estimada la biomasa aérea ($\text{kg M.S. árbol}^{-1}$) para cada uno de los individuos, se calculó la biomasa total en unidades de toneladas por hectárea (t ha^{-1}), multiplicado el valor promedio obtenido de los transectos, por el factor según su tamaño, de acuerdo con la propuesta de Rognitz *et al.*, (2009); Yepes *et al.*, (2011) y IDEAM (2010).

$$BA = (\sum AU/1000) \times (10000/ \text{área de la parcela})$$

Donde:

BA = Biomasa (t MS/ha);

$\sum AU$ = Sumatoria de la biomasa arbórea de todos los árboles de la parcela ($\text{kg M.S. área de la parcela}^{-1}$);

Factor 1000 = Conversión de las unidades de la muestra de kg MS t MS^{-1}

Factor 10000 = Conversión del área (m^2) a hectárea.

RESULTADOS

Características dendrométricas

En total se muestrearon 295 árboles de los cuales 171 pertenecieron al género *Quercus* y 124 al género *Pinus*, en 23 parcelas. La Reserva de la Biosfera Estatal Sierra de San Juan, presentó en promedio $128 \text{ árboles ha}^{-1}$, de los cuales *Quercus* representa el género



de mayor abundancia (58%), seguido de *Pinus* (42%). El bosque de pino presentó árboles con diámetro promedio de 131 cm, con rangos que van de 28 cm a 234 cm de diámetro; y bosques de encino con un diámetro promedio de 108 cm y rangos de 22 a 195 cm diámetro.

Biomasa aérea

De los datos anteriores se deriva que el género de mayor biomasa es *Pinus* con un promedio total de 2.64 Mg por árbol, mientras que *Quercus* presentó una biomasa promedio por árbol de 1.08 Mg. En el área muestreada, por cada 23,000 m² existe una biomasa de 327.84 Mg en *Pinus* y 184.64 Mg en *Quercus*, que en conjunto representan 512.48 Mg de biomasa aérea (Tabla 2).

Tabla 2. Biomasa aérea encontrada en árboles muestreados de los géneros *Pinus* y *Quercus* en la Reserva Estatal de la Biosfera Sierra de San Juan, Nayarit, México

Género	No. de árboles	Biomasa por árbol (Mg)	Biomasa por árboles muestreados (Mg)	Área muestreada	Biomasa en 2300 m ² . (Mg)
<i>Pinus spp.</i>	124	2.64	327.84		
<i>Quercus spp.</i>	171	1.08	184.64	23000 m ²	512.48
Total	295				

En ambos géneros existe una relación positiva entre el DAP y la biomasa aérea, donde el aumento del diámetro del árbol influye en la ganancia de biomasa y por tanto influirá en las reservas de carbono. Es decir, la tendencia es ascendente con una pendiente positiva (0.1946 y 0.1557 en *Pinus* y *Quercus* respectivamente); sin embargo, considerando los coeficientes de determinación (inferiores a 1.0 en ambos géneros), sugiere que la relación entre estas dos variables es débil y que los valores de la DPA no son la principal variable asociada con el incremento en biomasa en el arbolado (Figura 2 y 3).

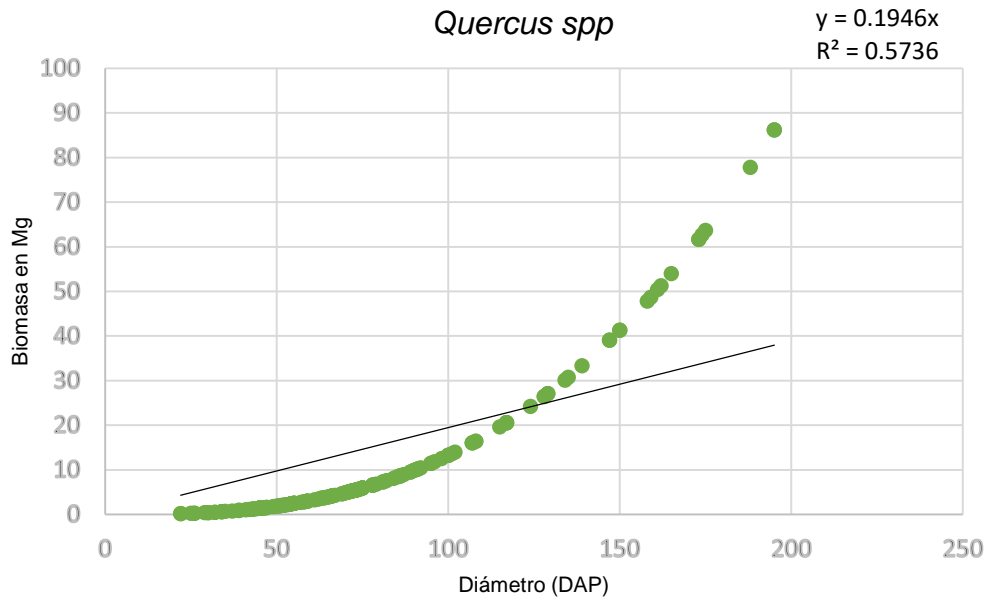


Figura 2. Relación de la biomasa (Mg) y diámetro altura al pecho (DAP) en árboles del género *Quercus* muestreados en la Reserva Estatal de la Biosfera Sierra de San Juan, Nayarit, México

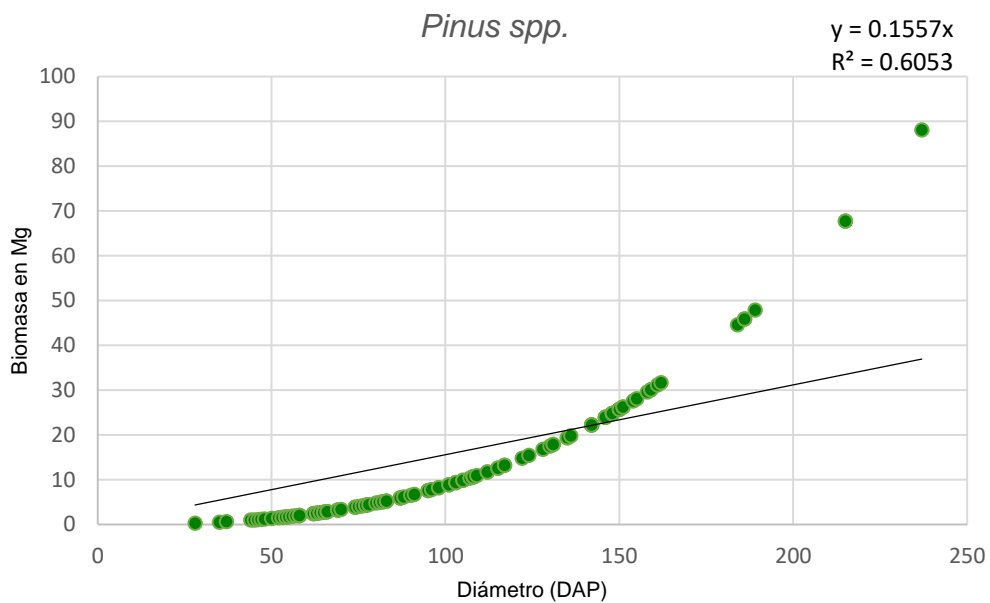


Figura 3. Relación de la biomasa aérea (Mg) y diámetro altura al pecho (DAP) en árboles del género *Pinus* muestreados en la Reserva Estatal de la Biosfera Sierra de San Juan, Nayarit, México



Biomasa por hectárea

Estimada la biomasa promedio por árbol se calculó la biomasa total en unidades de megagramos por hectárea (Mg ha^{-1}), de acuerdo con la fórmula utilizada por [IDEAM \(2010\)](#), de la que se obtuvo un promedio de $222.82 \text{ Mg ha}^{-1}$, de las cuales el género *Pinus* representa el 63.97% con 142.54 Mg , mientras que *Quercus* representa el 36.03% de esta biomasa con 80.28 Mg ha^{-1} .

Tabla 3. Biomasa aérea (Mg) por hectárea en los géneros *Pinus* y *Quercus* de la Reserva Estatal de la Biosfera Sierra de San Juan, Nayarit, México

Género	Biomasa por hectárea (Mg)
<i>Pinus</i>	142.54
<i>Quercus</i>	80.28
Total	222.82

DISCUSIÓN

La biomasa aérea encontrada en este trabajo para el género *Pinus* ($142.54 \text{ Mg ha}^{-1}$) se encuentra entre los rangos de los reportados por [González \(2008\)](#) $142.23 \text{ Mg ha}^{-1}$ para *Pinus oocarpa*, y [Soriano-Luna et al. \(2018\)](#), 159.5 Mg ha^{-1} en bosques de pino – encino con más de 80 años de antigüedad.

También están dentro de la biomasa encontrada por [Rascón Solano et al. \(2022\)](#) quienes reportan 93.22 Mg ha de biomasa, correspondiendo a *Pinus durangensis* y *P. ayacahuite* 64.46 y 14.13% respectivamente, mientras que a *Quercus sideroxyla* 12.33% del total; [Rodríguez Laguna et al. \(2009\)](#) señalan que de las 165 Mg ha^{-1} de biomasa en bosque de pino – encino, 64% son contribuidas por el género *Pinus* y 29% son almacenadas en *Quercus*; Por su parte, [Villanueva \(2019\)](#) encontró biomasa aérea promedio de $138.00 \pm 16.97 \text{ Mg ha}$ para bosque de encino y $121.52 \pm 14.32 \text{ Mg ha}$ para bosque de pino.

De acuerdo con [Acosta et al. \(2001\)](#), estas diferencias en las estimaciones de biomasa aérea pueden estar asociadas a que se trata de especies diferentes, edades, localización geográfica y metodologías diferentes a las empleadas para este estudio; en bosques naturales, el incremento de biomasa depende principalmente de las condiciones edafológicas y climáticas que influyen en la tasa de rendimiento y dependiendo de la capacidad de respuesta de los árboles, será su crecimiento y por ende su biomasa.

La densidad del arbolado puede influir positivamente en la biomasa, sin embargo, es importante tener en cuenta que esta relación no es necesariamente lineal y que puede variar según el tipo de bosque, la especie de árbol, el tamaño de los individuos, ubicación



geográfica del bosque sus características climáticas y edáficas, que hacen necesaria más investigación para comprender mejor esta relación.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos corroboraron la importancia que tiene los árboles del género *Pinus* y *Quercus* en la Reserva de la Biosfera Sierra de San Juan, Nayarit, como biomasa aérea, que representan en promedio 222.82 Mg ha⁻¹; La mayor parte de esta biomasa, 63.97% la representan *Pinus spp.* con 142.54 Mg ha⁻¹ y 36.02% corresponde a *Quercus spp.* con 80.28 Mg ha⁻¹. En consecuencia, se obtiene la captura y almacén de CO₂ en la biomasa aérea de pinos y encinos de la Reserva Estatal de la Biosfera Sierra de San Juan en Nayarit, México, que representa un servicio ambiental que contribuye a la reducción de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera, a través de la transformación del carbono atmosférico para la generación de biomasa y mitigación al cambio climático. Cabe destacar que las ecuaciones alométricas empleadas consideran solo el DAP, que es un parámetro accesible y de fácil medición en campo para ambas especies.

LITERATURA CITADA

ACOSTA-MIRELES M, Etchevers BJ, Monreal CM, Quednow K, Hidalgo C. 2001. Un método para la medición de carbono en los compartimentos subterráneos (raíces y suelo) de los sistemas forestales agrícolas en terrenos de ladera de México. Simposio Internacional: Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales. Valdivia Chile. <https://1library.co/document/q7oj1doy-m-acosta-j-d-etcchevers-c-monreal-k-qednow-y-c-hidalgo.html>

ARAUJO MA, Parada AG, Terán JJ, Baker TR, Feldpausch TR, Phillips OL, Brien R. 2011. Necromasa de los bosques de Madre de Dios, Perú: una comparación entre bosques de tierra firme y de bajíos. *Revista Peruana de Biología*. 18(1):113-118. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332011000100007&lng=es&tlng=es

BALVANERA P. 2012. Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*. 21(1-2):136-147. <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/33>

BERRAHMOUNI N, Regato P, Parfondry M. 2017. Directrices mundiales para la restauración de bosques y paisajes degradados en las tierras secas: fortalecer la resiliencia y mejorar los medios de vida. Estudio FAO: Montes (FAO) spa no. 175. <https://www.fao.org/3/i5036s/i5036S.pdf>



BOJORQUEZ Serrano, José Irán. 1995. "Levantamiento de suelos de la reserva ecológica Sierra de San Juan Nayarit". (Tesis de Maestría). Universidad Nacional Autónoma de México, México. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/83475>

CEPAL N. 2021. La pérdida de los bosques de América Latina y el Caribe 1990–2020: evidencia estadística. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47151>

ESPINOSA CC, Luzuriaga A, Escudero A. 2012. Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas*. 21(1-2):167-179.
<https://www.redalyc.org/pdf/540/54026849013.pdf>

FAO-PNUMA. 2020. El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas. Roma.
<https://www.fao.org/3/ca8642es/online/ca8642es.html>

FAO 2020. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 – Principales resultados. Roma. <https://www.fao.org/3/CA8753ES/CA8753ES.pdf>

GONZÁLEZ Zárate Mequeas. 2008. Estimaciones de la biomasa aérea y la captura de carbono en generación natural de *Pinus maximonoi* H. E. Moore, *Pinus oocarpa* var. *ochoterenia* Martínez y *Quercus* sp. en el norte del estado de Chiapas, México. Tesis de maestría. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza, CATIE. Turrialba, Costa Rica. Pp. 81.
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4965/Estimacion_de_la_biomasa_aerea.pdf?sequence=1&isAllowed=y

INSTITUTO de hidrología, meteorología y estudios ambientales (IDEAM). 2010. Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. Segunda comunicación nacional ante la convención marco de las naciones unidas sobre cambio climático. República de Colombia.
<http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=17823>

KANNINEN M. 2000. Secuestro de Carbono en los Bosques: El papel de los bosques en el Ciclo Global. In II Conferencia Electrónica Agroforestería Para la Producción animal en América Latina (FAO-CIPAV). <https://www.fao.org/3/y4435s/y4435s09.htm>

LÓPEZ JM, García JCC, Ladino CR. 2017. Beneficios de los bosques de guadua como una aproximación a la valoración de servicios ecosistémicos desde la Jerarquización y Calificación. *Gestión y Ambiente*. 20(2):222-231.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6687516.pdf>



MÁRQUEZ L. 2000. Elementos técnicos para inventarios de carbono en el uso del suelo. Fundación Solar, Guatemala.

https://www.academia.edu/608349/Elementos_t%C3%A9cnicos_para_inventarios_de_carbono_en_uso_de_suelo

MÉNDEZ GJ, Luckie NS, Capo AM, Nájera LJ. 2011. Ecuaciones alométricas y ecuaciones de incrementos en biomasa y carbono en una plantación mixta de *Pinus devoniana* Lindl. y *P. pseudostrobus* Lindl., en Guanajuato, México. *Agrociencia*. 45:475-491. <https://agrociencia-colpos.mx/index.php/agrociencia/article/view/894/894>

ORDÓÑEZ JA, Masera O. 2001. La captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques*. 7: 3-12. <https://myb.ojs.inecol.mx/index.php/myb/article/view/1314/1484>

PÉREZ Martínez, - Rosalía Verónica. 2011. Contenido de Carbono en Ecosistemas del Cerro Tláloc, Texcoco, México. Tesis de Maestría en Ciencias en Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma de Chapingo. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/server/api/core/bitstreams/c9e92d5b-1328-4329-96fa-96702f28de6a/content>

RAMÍREZ C, Morales D. 2021. La restauración de bosques y paisajes integrada a los sistemas nacionales de monitoreo forestal. FAO Roma. <https://doi.org/10.4060/cb6021es>

RASCÓN-SOLANO Joel, Viridiana Sugely Galván-Moreno, Oscar Alberto Aguirre-Calderón, Samuel Alberto García-García. 2022. Caracterización estructural y carbono almacenado en un bosque templado frío censado en el noroeste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 13(70):136-165. <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/1123/3042>

RODRÍGUEZ-LAGUNA Rodrigo, Javier Jiménez-Pérez, Óscar A Aguirre-Calderón, Eduardo J Treviño-Garza, Ramón Razo-Zárate. 2009. Estimación de carbono almacenado en el bosque de pino-encino en la reserva de la biosfera El Cielo, Tamaulipas, México. *Ra Ximhai*. 5(3):327. https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_IntGenAmb/Rodri_Laguna/7.pdf

RODRÍGUEZ SA, Delgado MI. 2021. Los bosques como reguladores del ciclo del agua para disminuir los riesgos de inundaciones. En Ciencia y Tecnología Forestal en la Argentina. ISBN: 978-950-692-181-1. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/128843>



ROJAS-GARCÍA F, De Jong BHJ, Martínez-Zurimendí P, Paz-Pellat F. 2015. Database of 478 allometric equations to estimate biomass for Mexican trees and forests. *Annals of Forest Science*. 72:835–864.

<https://annforsci.biomedcentral.com/articles/10.1007/s13595-015-0456-y>

RÜGNITZ MT, Chacón ML, Porro R. 2009. Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales. 1ra. ed. Lima, Perú. Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) / Consórcio Iniciativa Amazônica (IA). Pp. 79.

<https://apps.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/B16293.pdf>

SEGURA M, Andrade H. 2008. ¿Cómo construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes?. *Agroforestería en las Américas*. (46):89-96.

https://www.worldcocoafoundation.org/wpcontent/uploads/files_mf/segura2008a.pdf

SIONE SM, Ledesma SG, Rosenberger LJ, Wilson MG, Sasal MC, Oszust J D, Sabattini RA. 2022. Stock de carbono en especies arbóreas del espinal entrerriano. *Ciencia, Docencia y Tecnología Suplemento*. 12(13): 1-35.

<https://www.pcient.uner.edu.ar/index.php/Scdyt/article/view/1309>

SORIANO-LUNA María De los Ángeles, Gregorio Ángeles-Pérez, Mario Guevara, Richard Birdsey, Yude Pan, Humberto Vaquera-Huerta, José René Valdez-Lazalde, Kristofer D. Johnson, Rodrigo Vargas. 2018. Determinants of Above-Ground Biomass and Its Spatial Variability in a Temperate Forest Managed for Timber Production. *Forests*. 9(8):490. <https://www.mdpi.com/1999-4907/9/8/490>

Tobías BA, Salvador MP, Sánchez HR, Ruiz AC, Andrade PH. 2019. Composición florística y carbono en la vegetación arbórea de un área periurbana en Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*. 6(17):369-376.

<https://www.redalyc.org/journal/3586/358662619018/html/>

TRUGMAN AT, Medvigy D, Hoffmann WA, Pellegrini AF. 2018. Sensitivity of woody carbon stocks to bark investment strategy in Neotropical savannas and forests. *Biogeosciences*. 15(1). <https://doi.org/10.5194/bg-15-233-2018>

VILLANUEVA Hernández, Dulce María. 2019. Evaluación del contenido de carbono en diferentes tipos de vegetación en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León Facultad de Ciencias Forestales. Nuevo León, México. <http://eprints.uanl.mx/19948/1/1080314455.pdf>



YEPES AP, Navarrete DA, Duque AJ, Phillips JF, Cabrera KR, Álvarez E, García MC, Ordoñez MF. 2011. Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa - carbono en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales- IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. Pp.1-162.

http://www.ideam.gov.co/documents/13257/13548/Protocolo+para+la+estimaci%C3%B3n+nacional+y+subnacional_1.pdf/11c9d26b-5a03-4d13-957e-0bcc1af8f108

Errata, Erratum

<https://abanicoacademico.mx/revistasabanico-version-nueva/index.php/abanico-agroforestal/errata>