TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA RESERVA DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL BOSQUE NUBLADO AMARU-HUACHOCOLPA-CHIHUANA HUANCAVELICA (PERÚ)"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Presentado por:

Emerson Jaime Huamán (0000-0002-3832-5391)

Asesor:

Landy Alexander Damián Parizaca (0000-0002-0233-9935)

Coasesor:

María de los Ángeles La Torre Cuadros (0000-0001-9325-3186)

Lima – Perú

2023

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 12 de julio del 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto
Miembro: Dra. Llerme Navarro Vásquez
Miembro: Dra. Sandra Duarte Guardia

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA RESERVA DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL BOSQUE NUBLADO AMARU-HUACHOCOLPA-CHIHUANA HUANCAVELICA (PERÚ)"

Presentada por el bachiller:

- **Emerson Jaime Huamán**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Landy Alexander Damián Parizaca
Co-asesorado por: Dra María de los Ángeles La Torre Cuadros

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime ( ) por mayoría simple (X) calificar a:

Tesista: Emerson Jaime Huamán			Nota (en letras): (QUINCE) 15
Aprobado (X)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Mg. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto
Presidente

Dra. Llerme Navarro Vásquez
Miembro 1

Dra. Sandra Duarte Guardia
Miembro 2

Mg. Landy Alexander Damián Parizaca
Asesor

Dra. María de los Ángeles La Torre Cuadros
Co-asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS[1]

Lima, 05 de OCTUBRE del 2023

Señor,
CARLOS ZAVALAGA REYES

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: **EMERSON JAIME HUAMÁN**, egresado de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis LANDY ALEXANDER DAMIÁN PARIZACA, declaramos que este informe final de tesis titulado: "VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA RESERVA DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN REGIONAL BOSQUE NUBLADO AMARU-HUACHOCOLPA-CHIHUANA HUANCAVELICA (PERÚ)", sustentado para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi (nuestra) investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

Firma tesista
DNI: 71601610
Emerson Jaime Huamán

Firma del asesor de tesis
DNI: 45103903
Landy Alexander Damián Parizaca

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

Escaneado con CamScanner

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Informe de experiencia profesional calificada desarrollado en el área de Medio Ambiente de la empresa Master Builders Solutions Perú S.A., utilizando los enfoques de Sostenibilidad, Calidad Ambiental y Gestión de Residuos Sólidos

Autores. Emerson Jaime Huaman.

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2192796201).

Resultado de la evaluación. 5%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Valoración económica de la reserva de carbono en la biomasa aérea en el Área de Conservación Regional bosque nublado Amaru-Huachocolpa-Chihuana Huancavelica (Perú)

Economic valuation of the carbon reserve in aerial biomass in the Amaru-Huachocolpa-Chihuana-Huancavelica Cloud Forest Regional Conservation Area (Peru)

Emerson Jaime-Huamán [1,*], Héctor Aponte [2], Alexander Damián-Parizaca[1] y María La Torre-Cuadros [1]

[1]Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

[2]Facultad de Ciencias Veterinarias y Biológicas, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú

Resumen

Los Bosques Montanos Nublados (BMN) al igual que otros bosques se caracterizan por brindar servicios de regulación climática a partir de la captura de CO_2. En esta investigación se buscó realizar la valoración económica de la Reserva de Carbono en la Biomasa Aéreo (RCBA) en dos tipos de cobertura vegetal el Área de Conservación Regional Bosque Nublado Amaru-Huachocolpa-Chihuana (ACRBNA, Huancavelica-Perú). Para ello se estimó la biomasa aérea (usando ecuaciones alométricas) en dos parcelas de 0,5 hectáreas establecidas en bosque de montaña altimontano (P1) y el bosque de montaña montano (P2). La RCBA fue mayor en P2 con 36,78 tC (74 tC/ha) alcanzando un valor económico de USD$5 726; las especies que tuvieron un

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

mayor aporte en esta parcela fueron *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. (7,79 t), *Cecropia tacuna* C.C. Berg & P. Franco (7,00 t), *Brunellia dulcis* J.F. Macbr. (6,70 t), *Weinmannia latifolia* Presl. (6,65 t) y *Cedrela odorata* L. (6,14 t), estas especies representaron el 46,61% de biomasa. El valor de la RCBA en P1 fue 20,72 tC (41 tC/ha), alcanzando un valor económico de $3 226, las especies que aportaron con mayor biomasa aérea en P1 fueron *Hedyosmum peruvianum* Todzia (9,62 t), *Weinmannia latifolia* Presl. (6,51 t), *Weinmannia crassifolia* Ruiz & Pav. (5,07 t), *Miconia sp.* (4,00 t) y *Piper acutifolium* Ruiz & Pav. (3,92 t), estas especies representaron el 70,27% del valor total de biomasa. Las especies predominantes en cada parcela fueron distintas (Chi^2=50,90; p=0,031); la biomasa en las subparcelas de P2 fue mayor que en P1 (t=6,24; p<0,001) lo que explicaría las diferencias en la reserva de ambos sitios. Con los datos obtenidos en esta investigación es posible tener indicios del valor económico de los bosques montanos de la ACRBNA, los cuales se encontrarían valorizados entre 5 y 19 millones de dólares americanos. Estos datos facilitan el desarrollo de una propuesta de bonos de carbono para el ACRBNA y constituyen información base para valorar económicamente las reservas de carbono, conociendo el importante rol que cumplen los ecosistemas forestales y la necesidad de valorar los bosques para su respectivo financiamiento con fines de protección a nivel nacional.

Palabras clave: Biomasa arbórea; bosque montano; cambio climático; diversidad forestal; servicio ambiental.

Abstract

Montane Cloud Forests (BMN) like other forests are characterized by providing climate regulation services from the capture of CO_2. This research sought to carry

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

out the economic valuation of the Carbon Reserve in Aerial Biomass (RCBA) in two types of vegetation cover, the Cloud Forest Amaru-Huachocolpa-Chihuana Regional Conservation Area (ACRBNA, Huancavelica-Peru). For this, the aerial biomass was estimated (using allometric equations) in two plots of 0,5 hectares established in altimontano mountain forest (P1) and montane mountain forest (P2). The RCBA was higher in P2 with 36,78 tC (74 tC/ha) reaching an economic value of USD$5,726; the species that had a greater contribution in this plot were *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. (7,79 t), *Cecropia tacuna* C.C. Berg & P. Franco (7,00 t), *Brunellia dulcis* J.F. Macbr. (6,70 t), *Weinmannia latifolia* Presl. (6,65 t) and *Cedrela odorata* L. (6,14 t), these species accounted for 46,61% of biomass. The value of the carbon stock in P1 was 20,72 tC (41 tC/ha), reaching an economic value of $ 3 226, the species that contributed with greater aerial biomass in P1 were *Hedyosmum peruvianum* Todzia (9,62 t), *Weinmannia latifolia* Presl. (6,51 t), *Weinmannia crassifolia* Ruiz & Pav. (5,07 t), *Miconia sp.* (4,00 t) and *Piper acutifolium* Ruiz & Pav. (3,92 t), these species accounted for 70,27% of the total biomass value. The predominant species in each plot were different (Chi2=50,90; p=0,031); the biomass in the P2 subplots was higher than in P1 (t=6,24; p<0,001) which would explain the differences in the reserve of both sites. With the data obtained in this research it is possible to have indications of the economic value of the montane forests of the ACRBNA, which would be valued between 5 and 19 million US dollars. These data facilitate the development of a carbon credit proposal for the ACRBNA and constitute basic information for the characterization of carbon stocks at the national level.

Keywords: Climate change; environmental service; forest diversity; montane forest; tree biomass.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Introducción

La cordillera de los Andes incluye tres grandes biomas. El primero corresponde al Bosque Tropical Estacionalmente Seco (BTES), que se encuentra a elevaciones menores a 2500 m; el segundo, corresponde a los Pastizales Altoandinos (PA) que se sitúan por encima de 3000 m; y el tercero en un bioma intermedio, denominado Bosque Montano Nublado (BMN) ubicado entre los 2000 y 3400 m (**Reynel,** 2013). El BMN se forma en el flanco Este de los Andes, con humedad alta, a efecto de la intercepción de la evapotranspiración procedente de la llanura de la Amazonía; se caracteriza por tener una temperatura máxima promedio de 25°C y mínima de 7°C; tiene una precipitación total anual promedio de 1200 mm, con presencia frecuente de nubes desde el nivel del suelo (**De Rutte y Reynel,** 2016). Los BMN no son únicos de los Andes amazónicos, ocupan el 11% del total de bosques tropicales a nivel mundial (**Doumenge, *et al.,*** 1995) y son importantes por albergar una alta biodiversidad (La Torre, *et al.,* 2007). En comparación con los bosques tropicales húmedos (de altitudes bajas), los BMN presentan árboles de menor tamaño, mayor densidad de tallos, ramas tortuosas, así como hojas pequeñas y coriáceas (**De Rutte y Reynel,** 2016). Los BMN se caracterizan por presentar endemismos y una alta diversidad de árboles, hierbas, arbustos y epífitos (**Reynel, *et al.*,** 2013). Por otro lado, estos ecosistemas brindan servicios de regulación climática a partir de la captura de CO_2, (**Bussmann,** 2012), regulación hídrica, hábitat de flora y fauna, provisión de alimento y fibra **(Spracklen y Righelato,** 2014), polinización, regulación de plagas y enfermedades, provisión de recursos hídricos y control de la erosión (**Caro y Torres,** 2015).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Sin embargo, a pesar de su importante rol de los bosques como sumideros de carbono (**Mercadet, *et al.*,** 2001; y **Jeyanny,** 2015), estos siguen siendo amenazados, y en respuesta a esta problemática en 2001 en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático señalaron la escasez de instrumentos que faciliten conocer el estado de los recursos forestales y la importancia de financiamiento para su conservación (**Thoman,** 2001; **Common,** 2002). Actualmente, en el marco de esta convención los estudios de valoración económica se han convertido en instrumentos fundamentales en la toma de decisiones en las negociaciones carbono. (**Campaña**, 2015). La valoración económica de RCBA se realiza a partir de la cuantificación de biomasa (**Alfaro, *et al.,*** 2018).

Según **Perez,** (2014) los árboles absorben dióxido de carbono (CO_2) atmosférico por medio de fotosíntesis, luego son convertidos en biomasa y/o madera por medio componentes del suelo y aire (**Salvador**, 2010). Un árbol almacena carbono mientras está viva, y cuando muere, transfiere todo el carnono almacenado a la atmósfera (**Isminio**, 2006). La capacidad de RCBA de los bosques depende de los factores externos (ambientales) e internos (**Perez,** 2014).

Las reservas de carbono de los bosques han sido cuantificadas ampliamente por **Román *et al*.,** (2011); **Báez,** (2018); y **Meneses y Zamora,** (2018), a fin de ser utilizadas como herramientas de política, que faciliten acciones para minimizar el impacto en el medio ambiente y lograr un desarrollo sostenible (**Muñoz-Pedreros,** 2005). Un gran número de estas investigaciones se han llevado a cabo en los bosques amazónicos de selva baja encontrando reservas que varían entre 57,99 y 322,37 tC/ha (**Mercadet, et al.,** 2001; **Chave,**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

et al*.,** 2005; **Álvarez, *et al*.,** 2012; **Restrepo, *et al*.,** 2012; **Martel y Cairampoma,** 2012; **Álvarez, *et al., 2013; **López,** 2015; **Lozano-Sivisaca, *et al.,*** 2018 y **Bustamante,** 2017). Entre los estudios en los BMN destaca aquella realizada en Reino Unido (con valor de 135,5 tC ha^{-1}; **Spracklen y Righelato,** 2014) y en Latinoamérica (con valores de 161,66 tC ha^{-1}) (**Chapi-Siñani,** 2014; **Asbjornsen, *et al*.,** 2005; **Sanabria y Puentes,** 2017; **Aguirre y Quizhpe,** 2018 y **Alfaro, *et al.,*** 2018). En Perú existen antecedentes de las reservas de carbono en bosques, registrándose 98,06 tC ha^{-1} en bosques de difícil acceso y 84,54 tC ha^{-1} en bosques de fácil acceso (**Málaga-Durán, *et al*.,** 2014; **Spracklen y Righelato,** 2016) y valores de 1,8 tC ha^{-1} en bosques montanos de Huancavelica (**Asner, *et al*.,** 2014).

En los últimos 20 años, la deforestación ha sido uno de los impulsores de cambios negativos en los bosques, generando pérdidas de millones de hectáreas a nivel mundial (hasta 177 566 ha en un año en Perú) (**Ministerio del Ambiente [MINAM],** 2017; **Bravo-Sánchez,** 2014). En ese sentido, entendiendo el importante beneficio que ofrece los bosques como reservas de carbono y la necesidad de valorar los bosques para su respectivo financiamiento con fines de protección, este trabajo tiene como objetivo valorar económicamente la RCBA del BMN del ACRBNA, provincia de Tayacaja; única área natural protegida del departamento de Huancavelica, utilizando ecuaciones alométricas para conocer esta reserva en la biomasa aérea.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Metodología y materiales

Área de estudio

El ACRBNA fue creado el 06 de noviembre del 2021 mediante el **Decreto Supremo N° 032-2021-MINAM**, con un área de 5 024,18 ha en el distrito de Huachocolpa, provincia de Tayacaja y región Huancavelica. El ACRBNA se identifica por la presencia estable de nubes, que evita la incidencia de radiación solar (humedad relativa alta y temperatura baja), llegando a suprimir los procesos de evapotranspiración (**Gobierno Regional Huancavelica**, 2021). Según la base cartográfica del Ministerio del Ambiente el 98,2% del total de su superficie ocupa un ecosistema de vegetación secundaria (**MINAM,** 2015). La agricultura y ganadería son las actividades principales de la población en este distrito.

Selección de sitio y establecimiento de parcelas

Según, el Mapa de Cobertura Vegetal del Perú**, MINAM,** (2015) **y GEO Áreas Naturales Protegidas**, (2023), el ACRBNA alberga tres tipos de coberturas vegetales: Bosque de montaña altimontano (Bm-al), Bosque de montaña montano (Bm-mo) y Área de no bosque amazónico (Ano-ba) que involucra áreas que fueron desboscadas y convertidas en áreas de cultivos agrícolas y pastos (**Figura 1**) (**Memoria descriptiva del Mapa Nacional de Cobertura Vegetal**, 2021). Las dos primeras coberturas se seleccionaron, y se establecieron la primera parcela (P1 en Bm-al) y la segunda parcela (P2 en Bm-mo).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

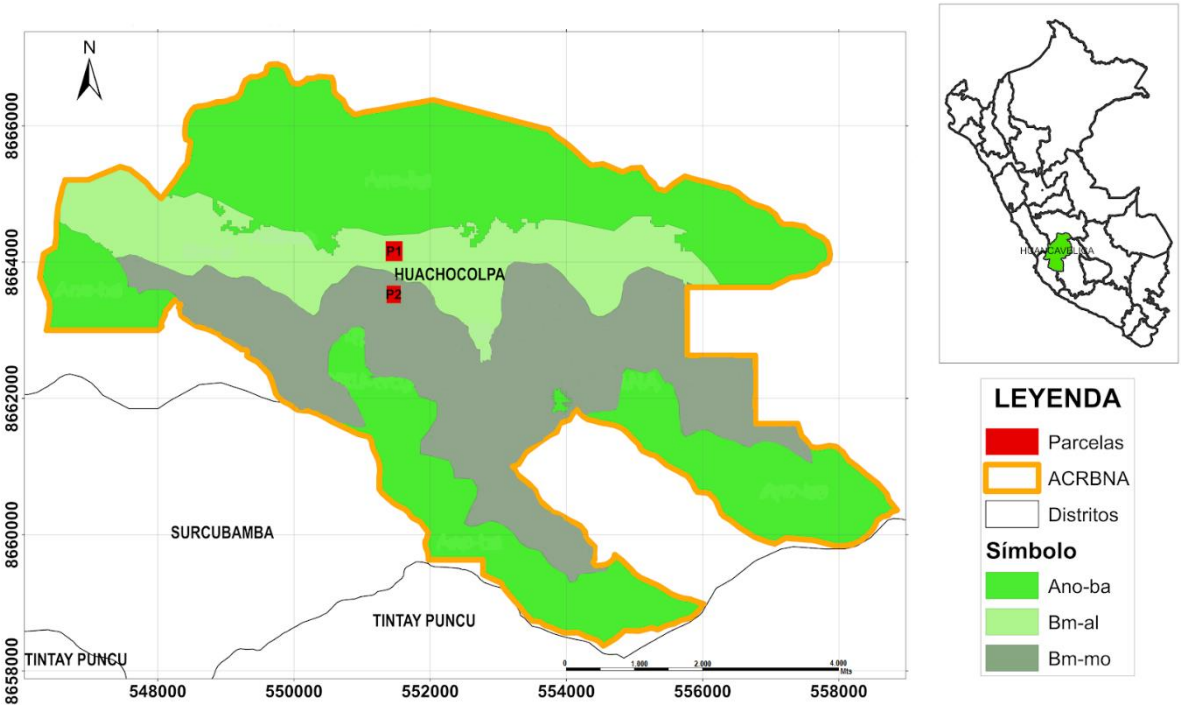


Figura. 1. Mapa de ubicación y cobertura vegetal del ACRBNA, distrito de Huachocolpa, provincia de Tayacaja, región Huancavelica. Bosque de montaña altimontano (Bm-al), Bosque de montaña montano (Bm-mo) y Área de no bosque amazónico (Ano-ba).

El P1 fue ubicado en un bosque a 3000 msnm, representado por las especies de *Hedyosmum peruvianum* Todzia, *Piper acutifolium* Ruiz & Pav., *Weinmannia latifolia* Presl. y *Prumnopitys montana* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub, con epífitas como *Sobralia altissima* D.E. Bennett & E.A. Christenson, con temperatura entre 13,5 a 15 °C, precipitación entre 750 a 950 mm/año y en un tipo de clima templado húmedo muy lluvioso; y el P2 fue ubicado a 2500 metros, y estuvo caracterizada por *Cedrela montana* Moritz ex Turcz., *Meliosma arenosa* Idrobo & Cuatrec., *Prumnopitys montana* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub., y *Cecropia tacuna* C.C. Berg & P. Franco, con epífitas como *Maxillaria bicentenaria* Martel & Egoavil, con temperatura entre 13,5 a 17 °C, precipitación

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

entre 550 a 750 mm/año y en un tipo de clima húmedo lluvioso (**Gobierno Regional Huancavelica**, 2021). Según, **Phillips y Baker**, 2002; **Honorio y Baker,** (2010) señalan que 0,5 ha de parcela es considerado como el tamaño mínimo para estudios de identificación, distribución y evaluación de la biomasa del bosque. En ese sentido, se establecieron parcelas de 0,5 hectáreas a fin de mantener la reproducibilidad, rapidez y el costo de su establecimiento (**Orrego, *et al*.,** 2003). Ambas parcelas fueron georreferenciadas con un receptor GPS y delimitadas con estacas de madera (siguiendo la metodología propuesta por **Yepes *et al*.,** 2011) (para ver mayor detalle puede revisar el material suplementario 1).

Con la finalidad de tener un registro de las especies predominantes, se realizaron colectas botánicas de todas las especies dentro de cada parcela. Las muestras fueron prensadas, preservadas y secadas; luego, se realizó el montaje de las muestras para su respectiva identificación por un especialista botánico (más detalle en el Material Suplementario 2). Luego estas muestras identificadas fueron depositadas en el Herbario San Marcos MHN - Museo de Historia Natural.

Medición de individuos

Una vez delimitadas las parcelas, se localizaron todos los individuos (árboles, helechos y palmeras) con Diámetro a Altura de Pecho (DAP) ≥ 10 cm; para facilitar este proceso se hicieron cinco subparcelas (SP) equivalentes a parcelas Whittaker de 20 x 50 m (0,1 ha) (**Shmida**, 1984; **Joyas, *et al*.,** 2005 y **Ferro-Díaz,** 2015). Para obtener el DAP se midió con una cinta métrica el perímetro del tronco; y la altura (H) de los árboles se midió utilizando un clinómetro (**Phillips, *et al.,*** 2011).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Estimación de la biomasa aérea (BA)

La BA de cada individuo se estimó mediante ecuaciones alométricas, utilizando la altura, el DAP y el valor de la gravedad específica o densidad media de madera de América del Sur (tropical) (ρ=0.632; **Chave, *et al*.,** 2009). Se utilizaron ecuaciones específicas para helechos y palmeras (**Sierra, *et al*.,** 2007) y para árboles en general (**Álvarez, *et al.,*** 2012) (**Tabla 1**); estas mismas ecuaciones han sido usadas con anterioridad para evaluar la BA en bosques montanos (**Alfaro, *et al*.,** 2018).

Tabla 1. Ecuaciones alométricas de los tres estratos de arbóreos para la estimación de la biomasa aérea en el ACRBNA, región Huancavelica. **Fuente:** (Sierra et al., 2007 y Álvarez et al., 2012).

Estratos	**Ecuaciones alométricas**
Árboles	BA = Exp [-2,450 + (0,932* (ln((DAP^2) * H *ρ)]
Helechos	BA = Exp[-2,286 + 2,471(ln(DAP))]
Palmeras	BA = Exp[0,360 + 1,218 ln(H)]

Reserva de carbono, unidades de CO_2 y valor económico

Para estimar la RCBA, se utilizó la relación biomasa vegetal y carbono de 50% (según **Urbina *et al.,*** 2016); como consecuencia, para calcular la cantidad de carbono en las parcelas, se multiplicó la BA total por 0,5. Para calcular la equivalencia de esta reserva en moléculas de CO_2, se multiplicó la RCBA por 3,66 (**Palomino-Contreras,** 2007, y **IPCC,** 2007). Finalmente, para conocer el

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

valor económico de las reservas de carbono, se utilizó el método de precios en el mercado, utilizando para ello los valores provistos por el sistema europeo de negociación de CO_2 (SENDECO), multiplicando estos valores por la cantidad de CO_2 calculado en cada parcela.

Análisis de datos

Las mediciones en trabajo de campo se organizaron en una hoja de cálculo por familia, especie, altura, DAP, y números de individuos en cada una de las parcelas. Luego, se realizaron gráficos de la biomasa por parcela para mostrar las especies dominantes. Para ver si las especies dominantes eran las mismas o distintas en las parcelas evaluadas se utilizó una prueba de Chi^2.

Finalmente, se comparó la biomasa de P1 y P2 utilizando los valores de biomasa de sus respectivas subparcelas, siguiendo la metodología de **Hammer *et al.***, (2001), donde se verifica la normalidad con la prueba de Shapiro Wilk ($p>0,05$), antes de realizar la prueba de t de student en el programa estadístico Past 4,05.

Resultados

Estimación de la biomasa aérea (BA)

Las especies dominantes según su BA en P1 fueron *Hedyosmum peruvianum* Todzia (9,62 t), *Weinmannia latifolia* Presl. (6,51 t), *Weinmannia crassifolia* Ruiz & Pav. (5,07 t), *Miconia sp.* (4,00 t) y *Piper acutifolium* Ruiz & Pav. (3,92 t), estas especies representaron el 70,27% del valor total de biomasa (para ver la biomasa de todas las especies puede revisar el Material suplementario 2) (**Figura 2**). La BA total en esta parcela fue de 41,44 t.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

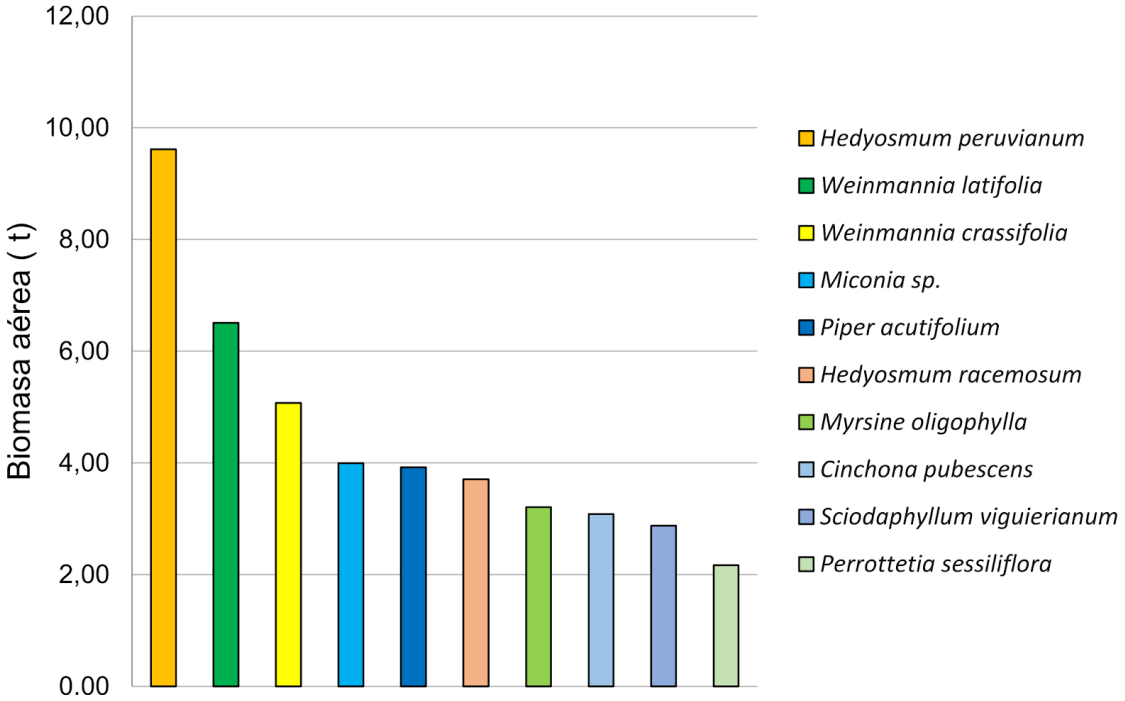


Figura 2. Especies dominantes de BA en la parcela 1 (P1).

En P2 las especies dominantes según su BA fueron *Cedrela montana* Moritz ex Turcz. (7,79 t), *Cecropia tacuna* C.C. Berg & P. Franco (7,00 t), *Brunellia dulcis* J.F. Macbr. (6,70 t), *Weinmannia latifolia* Presl. (6,65 t) y *Cedrela odorata* L. (6,14 t), estas especies representaron el 46,61% de biomasa (para ver la biomasa de todas las especies con su respectiva desviación estándar (DS) por subpacelas puede revisar el Material suplementario 2). La BA total en esta parcela fue de 73,55 t.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

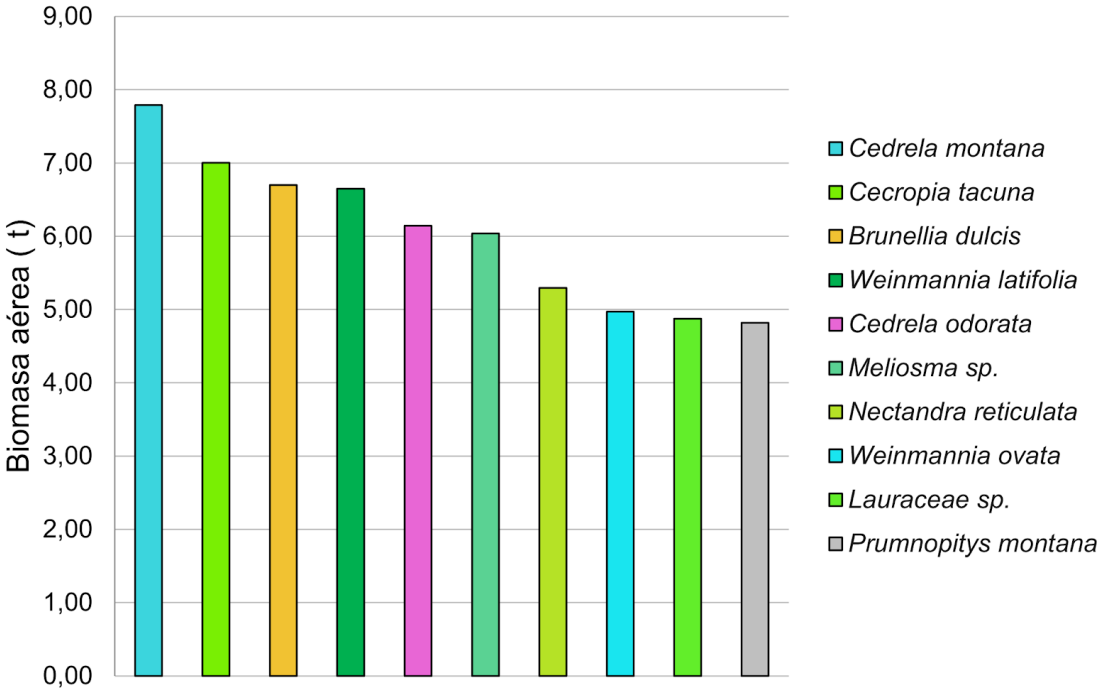


Figura 3. Especies dominantes de biomasa aérea en la parcela P2.

Se verificó que las especies predominantes en cada parcela fueron distintas (Chi^2=50,90; p=0,031) y que la biomasa en las subparcelas de P2 fue mayor que en P1 (t=6,24; p<0,001) (**Figura 4**).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

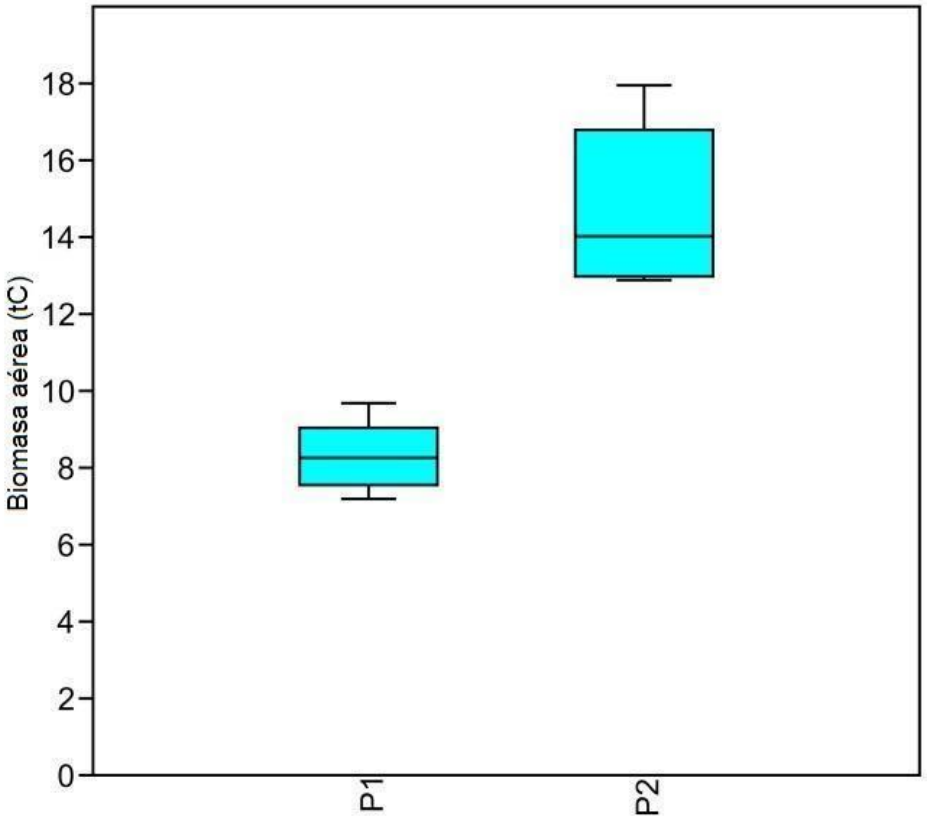


Figura 4. Biomasa aérea en las subparcelas de P1 y P2. Cada caja muestra (de abajo hacia arriba).

Reserva de carbono, unidades de CO_2 y valor económico

En P1 se obtuvo 41,44 t de BA, equivalente a 20,72 tC y a 75,84 tCO_2, con un valor económico de USD$3 226,03. En P2 se obtuvo 73,55 t de BA, equivalente a 36,78 tC y a 134,59 tCO_2, con un valor económico de USD$5 725,74. Aproximando a una hectárea (expresión en unidades estándares), la RCBA y valor económico en P1 sería 41 tC ha^{-1} (USD$3 226) y 74 tC ha^{-1} (USD$5 726) en P2.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Discusión

El presente trabajo muestra diferencias en la reserva de carbono (y su respectiva valoración económica) entre ambas parcelas; estas diferencias se deben a factores internos como: diferente composición florística (Figuras 2 y 3), abundancia de especies maderables con mayor DAP (*Cedrela montana, Brunellia dulcis, Weinmannia spp y Lauraceae ssp.*), y estado de sucesión del bosque; y a los factores externos (biofísicos) generados por la gradiente altitudinal, donde la P2 se encuentra en una zona de mayor radiación solar, mayor temperatura y con menos precipitación que la P1; **Gobierno Regional Huancavelica**, 2021). Estas observaciones concuerdan con lo indicado por **Álvarez-Arteaga, *et al.,*** (2013) quienes indican que la RCBA varía por los cambios biofísicos, como las bajas temperaturas, que reducen la capacidad de absorción del sistema radicular de los árboles e influyen en la descomposición de restos orgánicos en el suelo (**Álvarez,** 2010). Por otro lado, la persistente nubosidad de los bosques montanos minimiza la radiación solar e influye en el proceso de fotosíntesis (**Cardoza,** 2011). Esto se traduce en cambios florísticos y estructurales de la vegetación y área foliar del árbol, que varía cada 100 metros de altitud (**Velázquez-Rosas.,** 2002) y como consecuencia en una diferente RCBA y valor económico.

Otro de los factores internos que influye en la RCBA (valoración económica) son los estados de sucesión (tardío, intermedio, temprano y degradado) donde varía la diversidad, composición, estructura y el aporte de biomasa aérea (**IDEAM,** 2010); **Rueda, D.F., y Rocha, H.D.** 2019). La mayor diversidad de especies se encuentra en estado tardío e intermedio, y los valores más altos de biomasa aérea en estado sucesional intermedio (**Polania**, 2019).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En este estudio ambas parcelas fueron establecidas en bosques secundarios (**MINAM,** 2015), que según **IDEAM** (2010) pertenecen a la categoría estado sucesional intermedio y poseen mayores valores de RCBA. En su momento todos los bosques fueron perturbados o modificados en diferentes niveles, por lo que estudios en estos bosques serán cada vez más necesarios para conocerlos y conservarlos.

Los valores reportados en ambas parcelas se encuentran dentro del rango de las reservas de carbono en BMN estudiados con anterioridad en el Perú y en el Mundo. Por ejemplo, los estudios realizados en Perú muestran una RCBA estimada entre los 2500 y 3000 metros (50,53 y 84,22 tC ha^{-1}), con valor económico equivalente a USD$ 7 867,35 y USD$ 13 111,97 (**Alfaro *et al.,*** 2018., **Giacomotti, *et al.,*** 2021 y **Peralta-Vásquez,** 2022). Estudios realizados en otros países, en la misma gradiente altitudinal, muestran una RCBA estimada (52,15 y 161,66 tC ha^{-1}), equivalente a $8 119,57 y $25 169,10 (**Chapi-Siñani,** 2014., **Spracklen y Righelato,** 2014., **Damián-Carrión, *et al.,*** 2017., **Lozano-Sivisaca, *et al.,*** 2018., y **Castillo-Martín y Martínez-Acero,** 2019).

Para complementar el estudio actual sobre la reserva de carbono, investigaciones posteriores deberán incluir una evaluación del stock de C orgánico en suelo (COS). La evaluación del COS tiene efectos importantes en las estimaciones ya que es mayor a la RCBA y la atmósfera a nivel mundial (Houghton, 2014; Scharlemann, et al., 2014), siendo hasta cuatro veces mayor a la reserva de carbono global en biomasa sobre el suelo (Jobbagy y Jackson, 2000). De haberse considerado el COS los valores aumentarían e incluso los patrones de distribución del carbono podrían ser distintos (como se muestran en los trabajos de Scharlemann et al. 2014; Duarte-Guardia et al. 2019). El bosque

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

montano, posee características ambientales que propician el almacenamiento de C en el suelo (Alegre, 2021), por lo que se podría esperar que el COS también tenga especial importancia para la cuantificación de las reservas de C en el ACRBNA; lo que sustenta el estudio de esta reserva en posteriores investigaciones.

Con los resultados obtenidos con esta investigación es posible tener indicios del valor económico de los BMN estudiados. Considerando sus extensiones actuales y tomando como base la biomasa en las parcelas evaluadas, el valor económico para el Bm-al sería de USD$5 798 014,68; y para el Bm-mo sería USD$19 425 792,75. Conociendo los valores de las reservas de carbono se debe desarrollar los trámites correspondientes para los bonos de carbono (**Olsen y Fenhann.,** 2008), como una opción del crecimiento económico por la conservación de estos ecosistemas, con las facilidades del gobierno, asociación de la población y desarrollo de capacidades en el sector por parte de autoridades locales y regionales (**Carrasco-Muñoz y Quiñones-Dávalos.,** 2017). Según, **Valles-Maravi et al.,** (2022) los mecanismos de ingreso por la RCBA en el Perú son los pagos por servicios ambientales (PSA), a través de mecanismo de retribución por Servicio Ecosistémico (SE) y norma Ley Merese 30215.

Conclusiones

Se estimó la RCBA de los Bosques Montanos Nublados del Área de Conservación Regional Bosque Nublado Amaru-Huachocolpa-Chihuana Huancavelica en 20,72 tC en Bosque de montaña altimontano (P1), equivalente a un valor económico de USD$3 226,03; y en Bosque de montaña montano (P2) en 36,78 tC, con un valor económico de USD$5 725,74. La cantidad de carbono

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

fue diferente en cada parcela. Este trabajo aporta con las primeras estimaciones de reserva de carbono y valor económico en el ACRBNA, y bosques montanos del departamento de Huancavelica. Estos datos constituirán información base para valorar económicamente las reservas de carbono conociendo el importante rol que cumplen los ecosistemas forestales y la necesidad de valorar los bosques para su respectivo financiamiento con fines de protección a nivel nacional.

Respecto a los factores que influyen en las RCBA se puede decir, que existe una correlación positiva con los factores externos. Estas diferencias son valiosas al momento de hacer extrapolaciones de las reservas de carbono y muestran la variabilidad que existe en ecosistemas como los BMN.

Realizar este tipo de investigaciones constituyen un reto por la distancia, accesibilidad, esfuerzo logístico y la dificultad de establecer parcelas en estos BMN. Sugerimos establecer parcelas permanentes en los tres tipos de cobertura vegetal que posee el ACRBNA como parte de las estrategias de monitoreo de Áreas Naturales Protegidas; los valores podrían variar en el tiempo, por ello es fundamental realizar evaluaciones constantes que nos permitan su adecuada gestión.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Bibliografía

Aguirre, Z., Quizhpe, W. (2018). Estimación del carbono acumulado en una parcela permanente de bosque andino en el parque universitario Francisco Vivar Castro, Loja, Ecuador. *Arnaldoa* 25(3), 939-952.

Alegre, A. B. (2021). *Capacidad de almacenamiento de carbono orgánico de suelo (COS) en diferentes sistemas de uso en bosque Montano, Chanchamayo-Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Científica del Sur]. Repositorio institucional.

Alfaro, L. E., Paiva G. M., Espinoza, H. Y. (2018). Dinámica, biomasa aérea y variables poblacionales de dos parcelas permanentes en bosques montanos de Wiñaywayna, Santuario Histórico de Machupicchu, Cusco, Perú. *Arnaldoa* 25(2), 631-652.

Álvarez A., G. (2010). *Evaluación de la captura y estabilidad del carbón en un ecosistema de bosque mesófilo de montaña a lo largo del gradiente altitudinal en la Sierra Norte de Oaxaca*. UNAM.

Álvarez, E., Duque, A., Saldarriaga, J., Cabrera, K., De las Salas, G., Del Valle, I., Lema, A., Moreno, F., Orrego, S., Rodríguez, L. (2012). Tree above-ground biomass allometries for carbon stock estimation in the natural forests of Colombia. *Forest Ecology and Management*, 267, 297-308.

Álvarez, G., García, N. E., Krasilnikov, P., García, F., (2013). Almacenes de Carbono en bosques montanos de niebla de la sierra norte de Oaxaca, México. *Agrociencia* 47(1), 171-180.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Álvarez-Arteaga, G., García Calderón, N. E., Krasilnikov, P., García-Oliva, F. (2013). Almacenes de carbono en bosques montanos de niebla de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Agrociencia*, 47(2), 171-180.

Asbjornsen, H., Velázquez, N., García, R., Gallardo, C. (2005). Deep ground fires cause massive above- and below-ground biomass losses in tropical montane cloud forests in Oaxaca, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*, 21(4), 427–434.

Asner, G. P., Knapp, D. E., Martin, R. E., Tupayachi, R., Anderson, C. B., Mascaro, J., Sinca, F., Chadwick, K.D., Sousan, S., Higgins, M., Farfan, W., Silman, M. R., Llactayo, W. A., Neyra, A. F. (2014). *The High-Resolution Carbon Geography of Peru.* Carnegie Airborne Observatory and the Ministry of Environment of Perú.

Báez, N. (2018). Valoración económica del medio ambiente y su aplicación en el sector ganadero cubano. *Pastos y Forrajes*, 41(3), 161–169.

Bravo-Sánchez, A. V. (2014). *Mapeo anual de la cobertura y uso del suelo de la Pan-Amazonía para el monitoreo del bosque* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional.

Bussmann, R. W. (2012). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 203 – 216.

Bustamante, J. A. (2017). *Determinación del stock de carbono aéreo, en una plantación de Theobroma grandiflorum (copoazú), Distrito de Inambari, Provincia de Tambopata, región Madre de Dios* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. Repositorio institucional.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Campaña, F. A. (2015). *La importancia y el rol de la valoración económica de los servicios ambientales para la toma de decisiones en el contexto de las negociaciones de cambio climático: estudio de caso; valoración económica de servicios ambientales de fijación de carbono en los bosques de la parroquia San Francisco de Borja, Napo-Ecuador* [Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. Repositorio institucional.

Cardoza, F. S. (2011). *Diversidad y composición florística y funcional de los bosques del Parque Nacional Montecristo, El Salvador.* Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE.

Caro, C., Torres, M. A. (2015). Servicios ecosistémicos como soporte para la gestión de sistemas socioecológicos: aplicación en agroecosistemas. *Scielo*, 19(2), 237-252.

Carreño-Díaz, M. Y., Porras-Poveda, P. C. (2021). *Caracterización florística-estructural, diversidad, biomasa aérea y dinámica de la vegetación en una parcela permanente de monitoreo, Parque Natural Chicaque* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional.

Castillo-Martín, L. T., Martínez-Acero, C. P. (2019). *Distribución espacial y dinámica de la biomasa del bosque alto andino en Guasca, Cundinamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional.

Chapi-Siñani, N. (2014). *Composición florística, biomasa y carbono de un bosque montano pluvial, sudoeste de Apolo, región Madidi* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio institucional.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, 145(1), 87–99.

Chave, J., Coomes D.A., Jansens, S., Lewis, S.L., Swenson, N.G. Zanne, A.E. (2009). Towards a worldwide wood economics spectrum. *Ecology. Letters*, 12, 351–366.

Common, M. (2002). Michael A. Toman (ed.), Climate Change Economics and Policy: An RFF Anthology. Resources for the Future, Washington DC, 2001. ISBN 1 891853 04. *Environment and Development Economics*, 7(3), 593-601.

Damián-Carrión, D. A., Santillán-Lima, P. G., Recalde-Moreno, C. G., Cargua-Catagña, F. E. (2017). Biodiversidad forestal en ceja andina y su relación con el contenido de carbono en la biomasa aérea. *Acta Agronómica,* 66(1), 35-41.

De Rutte, J., Reynel, C. (2016). *Composición y diversidad arbórea en la cumbre del bosque montano nublado Puyu Sacha, Chanchamayo, DP. de Junín, Perú.* Universidad Nacional Agraria La Molina.

Doumenge, C., Gilmour, D., Pérez, M. R., Blockhus, J. (1995). T*ropical montane cloud forests: conservation status and management issues.* Springer US.

Duarte-Guardia, S., Peri, P. L., Borchard, N., Ladd, B. (2019). Soils need to be considered when assessing the impacts of land-use change on carbon sequestration. *Nature Ecology and Evolution*, 3(12), 1642-1642.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Fernández, M. (2017). *Revisión de métodos para la estimación de captura de carbono almacenado en bosques naturales.* Universidad Militar Nueva Granada.

Ferro-Díaz, J. (2015). Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. *ECOVIDA*, 5(1), 139–186.

Giacomotti, J., ReyneL, C., Fernandez-Hilario, R., Revilla, I., Palacios-Ramos, S., Terreros-Camac, S., Linares-Palomino, R. (2021). Diversidad y composición florística en un gradiente altitudinal en Chanchamayo, selva central del Perú. *Folia Amazónica*, 30(1), 1-14.

Gobierno Regional Huancavelica (2021). *Expediente técnico de la propuesta del área de Conservación Regional Bosque Nublado Amaru-Chihuana.* Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión Ambiental.

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], (2007). *Cambio climático Informe de síntesis, Informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Disponible en https://www.ipcc.ch/ recuperado entre mayo y septiembre de 2022.

Hammer, Ø., Harper, D., Ryan, P. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1), 9.

Honorio, E. N., Baker, T. B. (2010). *Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques Amazónicos.* Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Houghton R. A. (2014). The contemporary carbon cycle. In: Turekian HDHK (ed) Treatise on geochemistry, 2nd edn. *Elsevier*, 10, 399–435. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-095975-7.00810-X

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1: 100.000.* Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM.

Isminio, M. A. (2006). *Estimación del carbono en la biomasa aérea del café (Coffea arabica var. Catimor) bajo sombra de guaba (Inga edulis) en la provincia de Lamas-Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional.

Jeyanny, V., Wan, K., Husni, M. H. A. (2015). *Tropical montane forest: The unusual suspect in carbon storage and its importance to soil security.* Proceedings of the Soil Science Conference of Malaysia.

Jobbágy, E. G., Jackson, R. B. (2000). The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological applications*, 10(2), 423-436.

Joyas, M. I. V., Vega, A. C. L., Camacho, R. L., Galeano, G., Dávila, E. Á., Álvarez, W. D. (2005). *Establecimiento de parcelas permanentes en bosques de Colombia.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

La Torre, M., Herrando-Perez, S., Young, K. R. (2007). Diversity and structural patterns for tropical montane and premontane forests of central

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Peru, with an assessment of the use of higher-taxon surrogacy. *Biodiversity & Conservation*, 16(10), 2965.

López, G. C. A. (2015). *Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono en el fundo Violeta (Distrito de Tahuamanu - Madre de Dios)* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio institucional.

López, W., Duque, Á. (2010). Patrones de diversidad alfa en tres fragmentos de bosques montanos en la región norte de los Andes, Colombia. R*evista de Biología Tropical,* 58(1), 483-498.

Lozano-Sivisaca, D. C., Palacios-Herrera, B. G., Aguirre-Mendoza, Z. H. (2018). Modelos alométricos para estimar el almacenamiento de carbono de bosques montanos bajos en el sur del Ecuador. *Ciencia Florestal*, 28(3), 1328-1339.

Málaga-Durán, N., Giudice-Granados, R., Vargas-Gonzáles, C.,Rojas-Báez, E. (2014). *Estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques de Perú*. Ministerio del Ambiente MINAM.

Martel, C., Cairampoma, L. (2012). Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en CICRA, Madre de Dios (Perú). *Ecología Aplicada*, 11(2), 59–65.

Meneses, R., Zamora, N. (2018). Valoración económica del servicio de fijación y almacenamiento de carbono en la cobertura forestal - Parque Nacional del Huacharán. *Cátedra Villarreal,* 6(1), 67-74.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Mercadet, A., Álvarez A., Milián C., Gra, H. (2001). *Evaluación de las opciones de mitigación del cambio climático por el sector forestal cubano; el almacenamiento de carbono por los bosques*. Institución de Investigadores Forestales.

Ministerio del Ambiente [MINAM], (2015). Mapa nacional de cobertura vegetal: memoria descriptiva. *Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural*. Ministerio del Ambiente MINAM.

Ministerio del Ambiente [MINAM], (2017). *Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático (PNCBMCC)*. Banco Interamericano de Desarrollo Programa de Inversiones en Bosques Evaluación Ambiental y Social Estratégica Plan de Gestión.

Muñoz-Pedreros, A. (2005). Valoración económica de bienes y servicios ambientales: Una herramienta para la gestión ambiental. *Gestión Ambiental*, 10, 10–20.

Olsen, K. H., & Fenhann, J. (2008). Sustainable development benefits of clean development mechanism projects: A new methodology for sustainability assessment based on text analysis of the project design documents submitted for validation. *Energy policy*, 36(8), 2819-2830.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2010). *La gestión de los bosques ante el cambio climático*. En Strategic framework for forests and climate change. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Orrego, S. A., del Valle J. I., y Moreno F. H., (2003). *Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales de Colombia: Contribuciones para la mitigación del cambio climático*. Universidad Nacional de Colombia.

Pallqui-Camacho, N. C. (2013). *Dinámica de un bosque tropical: Biomasa aérea y análisis en parcelas permanentes a largo plazo, Reserva Nacional Tambopata-Madre de Dios* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio institucional.

Palomino-Contreras, D. (2007). *Estimación del servicio ambiental de captura del CO2 en la flora de los humedales de Puerto Viejo* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional.

Peralta-Vásquez, M. A. (2022). *Estimación de carbono almacenado en la biomasa aérea del bosque montano Los Lanches, Chota–Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. Repositorio institucional.

Pregitzer, K. S., Euskirchen, E. S. (2004). Carbon cycling and storage in world forests: biome patterns related to forest age. *Global change biology,* 10(12), 2052-2077.

Perez, M. J. L. (2014). *Cuantificación de la reserva de carbono en la biomasa aérea en sistemas agroforestales de Simarouba amara (marupa) y Swietenia macrophylla (caoba) en Yurimaguas-Loreto* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio institucional.

Phillips O. T., Baker, T. (2002). *Manual de campo para la remedición y establecimiento de parcelas.* University of Leeds.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Phillips, J. F., Duque, A. J., Yepes, A. P., Cabrera, K. R., García, M., Navarrete, D. A., Cárdenas, D. (2011). *Estimación de las reservas actuales (2010) de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM, Bogotá DC.

Polania, K. A. (2019). *Biomasa aérea en estados sucesionales del bosque seco tropical en el norte del Tolima, Colombia* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional.

Restrepo, H. I., Orrego, S. A., Galeano, O. J. (2012). Estructura de bosques secundarios y rastrojos montanos bajos del norte de Antioquia, Colombia. *Colombia Forestal*, 15(2), 173-189.

Reynel, C., Pennington, R. T., Särkinen, T. (2013). *Cómo se formó la diversidad ecológica del Perú.* Universidad Nacional Agraria la Molina.

Román, R. M., Salinas, N., Asbjornsen, H., Oliveras, I., Huaman, V., Gutiérrez, Y., Malhi, Y. (2011). Implications of fires on carbon budgets in Andean cloud montane forest: The importance of peat soils and tree resprouting. *Forest Ecology and Management*, 261(11), 1987–1997.

Rueda, D. F., y Rocha, H. D. (2019). *Diversidad funcional asociada a biomasa en procesos de restauración del bosque altoandino en la Reserva Encenillo (Guasca-Cundinamarca)* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional.

Salvador, A. R. (2010). Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. *Revista de la Real*

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (España), 104(2), 331-345.

Scharlemann, J. P., Tanner, E. V., Hiederer, R., Kapos, V. (2014). Global soil carbon: understanding and managing the largest terrestrial carbon pool. *Carbon Management*, 5(1), 81-91.

Sanabria, Y. K., Puentes, D. L. F. (2017). *Evaluación de la biomasa y captura de carbono en bosques altoandinos mediante patrones florísticos, estructurales y funcionales en la cordillera oriental – Cundinamarca* [Tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio institucional.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], (2017). *Datos oficiales de bosques y pérdida de la cobertura de bosques húmedos amazónicos - 2016.* Ministerio del Ambiente.

Shmida, A., (1984). Whittaker's plant diversity sampling method. *Israel Journal of Botany*, 33(1), 41-46.

Sierra, C. A., Del Valle, J. I., Orrego S. A., Moreno F. H., Harmon M. E., Zapata M., Colorado, G. J., Herrera M. A., Lara W., Restrepo, D. E., Berrouet, L. M., Loaiza, L. M. Benjumea, J. F. (2007). Total, carbon stocks in a tropical forest landscape of the Porce region, Colombia. *Forest Ecology and Management*, 243, 299-309.

Spracklen, D. V., Righelato, R. (2014). Tropical montane forests are a larger than expected global carbon store. *Biogeosciences*, 11(10), 2741–2754.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Spracklen, D.V., Righelato, R. (2016). Carbon storage and sequestration of re-growing montane forests in southern Ecuador. *Forest Ecology and Management*, 364, 139-144.

Stefanoni, J. L. H., Santiago, M. Á. C., Mauricio, J. A., Mas, J. F., Dzul, F. T., Rada, J. M. D. (2021). *Mapeo de la biomasa aérea de los bosques mediante datos de sensores remotos y R.* El Colegio de la Frontera Sur.

Thoman, M. (2001). *Climate change economics and policy: an RFF anthology.* Resources for the Future, Washington D.C.

Urbina, N. J. Q., Marín, G. M. T., León, R. Á. (2016). Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el resguardo indígena Piapoco Chigüiro-Chátare de Barrancominas, departamento del Guainía (Colombia). *Revista Luna Azul,* (43), 171-202.

Ureta-Adrianzén, M. (2015). Aporte de biomasa aérea de las especies arbóreas de la familia Myristicaceae en los bosques Amazónicos del Perú. *Revista de biología tropical*, 63(1), 263-273.

Uribe, E. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina.* Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL.

Valles-Maravi, P., Cabrera-Dionicio, C., Quispe-Alvay, A. (2022). Identificación de potenciales fuentes económicas para el humedal de los Pantanos de Villa. *South Sustainability*, 3(1), e045-e045.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Velázquez-Rosas N., Meave J., Vázquez-Santana S. (2002). Elevational variation of leaf traits in montane rain forest tree species at La Chinantla, southern México. *Biotropica* 34: 534-546.

Yepes, A. P., Navarrete, D. A., Duque, A. J., Phillips, J. F., Cabrera, K. R., Álvarez, E., Ordoñez, M. (2011). *Protocolo para la estimación nacional y subnacional de biomasa-Carbono en Colombia*. Comité de Comunicaciones y Publicaciones del IDEAM.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Información suplementaria

Valoración económica de la reserva de carbono en la biomasa aérea en el Área de Conservación Regional bosque nublado Amaru-Huachocolpa-Chihuana Huancavelica (Perú)

Economic valuation of the carbon reserve in aerial biomass in the Amaru-Huachocolpa-Chihuana-Huancavelica Cloud Forest Regional Conservation Area (Peru)

Emerson Jaime-Huamán [1,*], Héctor Aponte [2], Alexander Damián-Parizaca[1] y María La Torre-Cuadros [1]

Autor correspondencia: Emerson Jaime-Huamán escalaverde2021@gmail.com

Contenido

Tabla 1S

Tabla 2S

Tabla 3S

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 1S. Ubicación de parcelas (P1 y P2) evaluadas en el ACRBNA, región Huancavelica.

Tipo de cobertura vegetal	Parcela	Altitud	Coordenadas UTM		Área (ha)
			Este	Norte	
Bosque de montaña altimontano (Bm-al)	Parcela 1	3007	0552443	8662491	0.5 ha
		2941	0552728	8662575	
		2933	0555633	8662575	
		2994	0552724	8662578	
Bosque de montaña montano (Bm-mo)	Parcela 2	2544	0551863	8662072	0.5 ha
		2532	0551876	8662073	
		2506	0551852	8662048	
		2498	0551833	8662017	

Tabla 2S. Abundancia de las especies registradas y la producción de biomasa aérea (BA) por especie en P1 y P2. Desviación estándar (DS), Subparcela (SP).

N°	Especie	Familia	Parcela 1				Parcela 2			
			Ind.	BA (t)	BA/SP	DS/SP	Ind.	BA (t)	BA/SP	DS/SP
1	*Allophylus floribundus* (Poepp.) Radlk.	Sapindaceae	0	0,00	0,00	0,00	9	1,20	0,24	0,29
2	*Axinaea tovarii* Wurdack	Melastomataceae	2	0,79	0,16	0,22	7	1,40	0,28	0,16
3	*Bactris syagroides Trail*	Arecaceae	0	0,00	0,00	0,00	2	3,04	0,61	0,83
4	*Brunellia dulcis* J.F. Macbr.	Brunelliaceae	0	0,00	0,00	0,00	8	3,35	0,67	0,42
5	*Cecropia tacuna* C.C. Berg & P. Franco	Urticaceae	0	0,00	0,00	0,00	16	3,50	0,70	0,35
6	*Cedrela odorata* L.	Meliaceae	0	0,00	0,00	0,00	7	1,75	0,35	0,35

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

7	*Cedrela angustifolia* Sessé & Moc. ex DC.	Meliaceae	0	0,00	0,00	0,00	4	3,90	0,78	0,26
8	*Cedrela montana* Moritz ex Turcz.	Meliaceae	0	0,00	0,00	0,00	9	3,07	0,61	0,29
9	*Celastraceae sp.*	Celastraceae	2	0,17	0,03	0,05	2	0,23	0,05	0,07
10	*Cinchona calisaya* Wedd.	Rubiaceae	4	0,91	0,18	0,11	2	0,40	0,08	0,11
11	*Cinchona pubescens* Vahl	Rubiaceae	6	1,54	0,31	0,10	1	0,24	0,04	0,11
12	*Clethra castaneifolia* Meisn.	Clethraceae	7	1,51	0,30	0,12	0	0,00	0,00	0,00
13	*Clethra ferruginea* (Ruiz & Pav.) Link ex Spreng.	Clethraceae	7	0,60	0,12	0,08	0	0,00	0,00	0,00
14	*Clethra revoluta* (Ruiz & Pav.) Spreng.	Clethraceae	5	0,88	0,18	0,13	0	0,00	0,00	0,00
15	*Clusia pavonii* Planch. & Triana	Clusiaceae	1	0,10	0,02	0,05	3	0,61	0,12	0,12
16	*Clusia trochiformis* Vesque	Clusiaceae	6	0,62	0,12	0,16	0	0,00	0,00	0,00
17	*Clusia multiflora* Kunth	Clusiaceae	0	0,00	0,00	0,00	2	0,41	0,08	0,27
18	*Cornus peruviana* J.F. Macbr.	Cornaceae	7	0,49	0,09	0,11	2	0,25	0,05	0,11
19	*Cupania latifolia* Kunth	Sapindaceae	0	0,00	0,00	0,00	3	0,66	0,13	0,22
20	*Cyathea delgadoi* Pohl ex Sternb.	Cyatheaceae	5	0,67	0,13	0,05	2	0,44	0,08	0,20
21	*Cybianthus flavovirens* Pipoly	Myrsinaceae	7	0,62	0,12	0,07	15	2,06	0,41	0,08
22	*Euphorbiaceae sp.*	Euphorbiaceae	0	0,00	0,00	0,00	2	0,19	0,04	0,05
23	*Faramea sp.*	Rubiaceae	0	0,00	0,00	0,00	5	0,63	0,13	0,21
24	*Geonoma undata* Klotzsch	Arecaceae	0	0,00	0,00	0,00	3	4,55	0,91	1,37
25	*Guettarda sp.*	Rubiaceae	8	1,01	0,20	0,13	0	0,00	0,00	0,00
26	*Hedyosmum peruvianum* Todzia	Chloranthaceae	32	4,81	0,96	0,34	13	2,23	0,44	0,43
27	*Hedyosmum racemosum* (Ruiz & Pav.) G. Don	Chloranthaceae	23	1,86	0,37	0,40	0	0,00	0,00	0,00
28	*Hesperomeles ferruginea* (Pers.) Benth.	Rosaceae	3	0,42	0,08	0,12	0	0,00	0,00	0,00
29	*Lauraceae sp.*	Lauraceae	3	0,54	0,11	0,17	12	2,44	0,48	0,16
30	*Meliaceae sp.*	Meliaceae	0	0,00	0,00	0,00	8	1,24	0,25	0,16
31	*Meliosma arenosa* Idrobo & Cuatrec.	Sabiaceae	0	0,00	0,00	0,00	15	2,26	0,45	0,13

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

32	*Meliosma boliviensis* Cuatrec.	Sabiaceae	0	0,00	0,00	0,00	8	1,61	0,32	0,12
33	*Meliosma sp.*	Sabiaceae	0	0,00	0,00	0,00	11	3,02	0,60	0,27
34	*Meriania tomentosa* (Cogn.) Wurdack	Melastomataceae	0	0,00	0,00	0,00	7	1,21	0,24	0,09
35	*Miconia lasiocalyx* Cogn.	Melastomataceae	0	0,00	0,00	0,00	13	1,27	0,25	0,12
36	*Miconia latifolia* (D. Don) Naudin	Melastomataceae	2	0,16	0,03	0,07	4	0,29	0,06	0,06
37	*Miconia pavoniana* Naudin	Melastomataceae	3	0,30	0,06	0,06	0	0,00	0,00	0,00
38	*Miconia sp.*	Melastomataceae	12	2,00	0,40	0,12	8	1,39	0,27	0,41
39	*Myrcianthes oreophila* (Diels) McVaugh	Myrtaceae	9	0,82	0,16	0,10	0	0,00	0,00	0,00
40	*Myrcianthes sp.*	Myrtaceae	4	0,26	0,05	0,07	0	0,00	0,00	0,00
41	*Myrsine oligophylla* Zahlbr.	Myrsinaceae	16	1,61	0,32	0,04	0	0,00	0,00	0,00
42	*Myrsine weberbaueri* vel aff. (Mez) Pipoly	Myrsinaceae	6	0,36	0,07	0,07	0	0,00	0,00	0,00
43	*Nectandra reticulata* (Ruiz & Pav.) Mez	Lauraceae	0	0,00	0,00	0,00	16	2,86	0,57	0,30
44	*Ocotea cardinalis* Mez	Lauraceae	0	0,00	0,00	0,00	3	0,41	0,08	0,18
45	*Ocotea longifolia* Kunth	Lauraceae	0	0,00	0,00	0,00	2	0,31	0,06	0,14
46	*Oreopanax pavonii* Seem.	Araliaceae	4	0,49	0,09	0,13	0	0,00	0,00	0,00
47	*Oreopanax raimondii* Harms	Araliaceae	3	0,21	0,04	0,06	0	0,00	0,00	0,00
48	*Palicourea macrobotrys* (Ruiz & Pav.) Schult.	Rubiaceae	10	1,07	0,21	0,10	5	0,66	0,13	0,14
49	*Palicourea sp.*	Rubiaceae	3	0,20	0,04	0,04	1	0,09	0,02	0,04
50	*Paratrophis insignis* (Bureau) E.M. Gardner	Moraceae	0	0,00	0,00	0,00	3	0,19	0,04	0,04
51	*Perrottetia sessiliflora* Lundell	Dipentodontaceae	4	1,08	0,21	0,22	20	4,62	0,92	0,45
52	*Piper acutifolium* Ruiz & Pav.	Piperaceae	27	2,04	0,41	0,42	19	1,90	0,38	0,12
53	*Piper aequale* Vahl	Piperaceae	10	0,89	0,18	0,08	8	0,82	0,16	0,06
54	*Prumnopitys montana* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) de Laub.	Podocarpaceae	0	0,00	0,00	0,00	19	2,41	0,48	0,18
55	*Psychotria racemosa* (Aubl.) Willd.	Rubiaceae	3	0,28	0,06	0,06	4	0,70	0,14	0,77

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

56	*Sapium glandulosum* (L.) Morong	Euphorbiaceae	0	0,00	0,00	0,00	10	1,08	0,22	0,23
57	*Sciodaphyllum viguierianum* (Harms) Lowry, G.M. Plunkett & M.M. Mora	Araliaceae	8	1,44	0,29	0,17	0	0,00	0,00	0,12
58	*Siparuna muricata* (Ruiz & Pav.) A. DC.	Siparunaceae	6	0,33	0,06	0,04	0	0,00	0,00	0,00
59	*Ternstroemia pachytrocha* Kobuski	Theaceae	18	3,46	0,69	0,18	2	0,32	0,06	0,14
60	*Tournefortiopsis crispiflora* (Vahl) Borhidi	Rubiaceae	1	0,14	0,02	0,06	3	0,57	0,11	0,18
61	*Urera caracasana* (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	Urticaceae	0	0,00	0,00	0,00	2	0,28	0,05	0,08
62	*Weinmannia crassifolia* Ruiz & Pav.	Cunoniaceae	16	2,54	0,51	0,25	7	1,67	0,33	0,27
63	*Weinmannia latifolia* Presl.	Cunoniaceae	17	3,25	0,65	0,07	15	3,32	0,66	0,52
64	*Weinmannia ovata* Cav.	Cunoniaceae	8	0,96	0,19	0,13	11	2,49	0,49	0,43
Total de individuos y biomasa en P1 y P2			**318**	**41,44**			**353**	**73,55**		

Tabla 3S. Registro de los valores de biomasa por SP en P1 y P2.

Parcela (0.5 ha)	**Subparcela (0.1 ha)**	**Biomasa (Toneladas)**
P1	A1	7,91
	B1	8,26
	C1	8,40
	D1	7,19
	E1	9,68
P2	A2	13,07
	B2	12,88
	C2	14,02
	D2	17,95
	E2	15,63

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Envío completo

Gracias por su interés por publicar con Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.

¿Y ahora qué?

La revista ha sido notificada acerca de su envío y se le enviará un correo electrónico de confirmación para sus registros. Cuando el editor haya revisado el envío, se contactará con usted.

Por ahora, usted puede:

- Revisar este envío
- Crear un nuevo envío
- Volver al escritorio

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

Lista de verificación de autoría

Este formato debe ser diligenciado y enviado con el manuscrito

Título del manuscrito: Valoración económica de la reserva de carbono en la biomasa aérea en el Área de Conservación Regional Bosque Nublado Amaru-Huchocolpa - Chihuana, Huancavelica (Perú).

Nombre del autor para correspondencia: nombre, filiación, correo electrónico y número telefónico

Emerson Jaime Huaman escalaverde2021@gmail.com 989151110

Consideraciones y requisitos de propiedad	
☒	Todos los autores están de acuerdo que, si el manuscrito es aceptado para publicación en la **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, al momento de su publicación será de dominio público y podrá ser utilizado sin infracción de los derechos de autor.
☒	Este manuscrito, o uno con contenido sustancialmente similar escrito por los autores, no ha sido previamente publicado.
☒	El autor para la correspondencia es el contacto principal para atender las solicitudes del editor; en el texto del manuscrito se proporciona su identificación completa: nombre completo, filiación, dirección de correo electrónico y número de teléfono.
☒	Se declara el apoyo financiero para la realización del trabajo o para la publicación del manuscrito.
☒	Se declara en el manuscrito cualquier organización o persona con un interés financiero en el tema.
☒	Los autores han declarado cualquier conflicto de intereses relacionado con este manuscrito.
☒ Si ☐ No	La investigación ha sido aprobada por los comités de ética correspondientes (investigación con sujetos humanos o animales)
☐ Si ☐ No	Las secuencias de ADN y aminoácidos se han enviado a una base de datos de secuencias de acceso abierto como GenBank, y los números de acceso se utilizan para referirse a las secuencias.
☒ Si ☐ No	Los autores han incluido el permiso por escrito de los editores de cualquier figura o tabla previamente publicada o adaptada de figuras o tablas publicadas.
☒ Si ☐ No	Los autores han incluido el permiso por escrito de personas identificables en fotografías, descripciones de casos o pedigríes.
☒ Si ☐ No	Los autores han incluido el permiso por escrito de las personas nombradas en las comunicaciones personales (orales o escritas) que indican que aceptan ser nombrados y que la información citada es precisa.
Autoría y reconocimientos	
☒	Todos los autores y colaboradores cumplen con los criterios del ***International Committe of Medical Journal Editors*** **(ICMJE)** para esos roles 1. Aportó contribuciones sustanciales a la concepción o el diseño del estudio, o a la adquisición o interpretación de los datos para el estudio 2. Participó en la redacción del manuscrito o en su revisión crítica, contribuyendo a su contenido intelectual 3. Aprobó la versión final que será publicada 4. Aceptó asumir responsabilidad por todos los aspectos del estudio, asegurando que se investigarán y resolverán apropiadamente las preguntas que pudieran surgir, relacionadas con cualquier parte del estudio
☒	Todas las personas que hicieron contribuciones sustanciales a este trabajo pero que no cumplieron con los criterios de autoría se nombran en los agradecimientos. Hay permiso por escrito de todas las personas enumeradas en los agradecimientos.
☒	Se proporcionaron identificadores open Researcher and Contributor ID (ORCiD) para todos los autores.
☒	La carta de remisión del manuscrito está firmada (digitalmente) por todas las personas que figuran como autores. Con filiaciones, correos electrónicos y ORCID.
Consentimiento para la edición	
☒	Todos los autores entienden y aceptan que sus manuscritos serán editados para cumplir con el estilo de la RACCEFYN, los límites de recuento de palabras y los requisitos de formato, referencias, figuras, unidades de medida y nomenclatura científica

Escaneado con CamScanner

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

REVISTA DE LA ACADEMIA COLOMBIANA DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

Lista de verificación del texto

Favor enviar esta lista de verificación, diligenciada en su totalidad con el manuscrito

Título: Valoración económica de la reserva de Carbono en la biomasa aerea en el Área de Conservación Regional Bosque Nublado Amaru - Huachocolpa - Chihuana, Huancavelica (Perú).

Autor para correspondencia: nombre, filiación, correo electrónico y número telefónico

Emerson Jaime Huamán Escala Verde 2021@gmail.com 989351110

Carta de sometimiento (en formato pdf)

- [x] Firmada por todos los autores donde declaran que han leído, aprobado y seguido las instrucciones descritas en https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/about/submissions

Presentación del texto

- [x] • Escritos en procesador de palabras Word a doble espacio, fuente Arial, tamaño 12, sin justificar el texto
  • Usar la numeración de páginas en todo el manuscrito
  • **Extensión máxima: 8.000 palabras (sin incluir las referencias)**
- [x] • **Título completo del manuscrito** en español e inglés (máximo 30 palabras, 165 caracteres)
  • **Título corto** (máximo 10 palabras, 50 caracteres)
- [x] **Autores:** nombres y apellidos (si desea incluir el segundo apellido, debe ir separado por un guión) sin cargos, ni grado académico
- [x] **Afiliaciones de todos los autores:** dependencia, institución, dirección, ciudad, país
- [x] **Resumen** en español e inglés que no supere 250 palabras
- [x] **Palabras clave** en español y en inglés que no superen en número a seis, separadas por punto y coma
- [x] **Nombre del autor responsable de la correspondencia** con su dirección completa, número telefónico, dirección electrónica y código ORCID. Open Researcher and Contributor ID (Identificación del Investigador y del colaborador abierto)
- [x] **Direcciones electrónicas** de todos los coautores con sus códigos ORCID
- [x] **Texto, referencias y tablas** en un mismo archivo en conjunto con las leyendas de las figuras https://raccefyn.co/index.php/raccefyn/about/submissions
  - [x] Introducción
  - [x] Materiales y métodos
  - [x] Resultados y discusión para artículos teóricos y comunicaciones cortas
  - [x] Discusión
- [x] **Contribución de los autores:** un párrafo en el que cada uno de los autores declare su aporte personal al manuscrito bajo consideración
- [x] **Declaración de conflicto de interés**
- [x] **Agradecimientos** a los colaboradores con permiso escrito para mencionarlos y a las instituciones u organizaciones que financiaron la investigación
- [x] **Referencias** en formato APA siguiendo las normas de la revista de la ACCEFYN en las instrucciones a los autores (número máximo: 60 para artículos originales y 100 para revisiones)
- [x] **Figuras (número máximo: diez)**
  • Inicialmente pueden enviarse en un documento Word incluyendo las leyendas correspondientes al final del texto
  • En caso de ser aceptado el manuscrito deben enviarse en formato .jpg o .tiff en archivos individuales y con una resolución mayor a 300 dpi (dots per inch)
- [x] **Tablas (número máximo: siete)**
  • Se incluyen al final del original, elaboradas en el modelo más sencillo de tablas del programa Word
  • Se ordenan secuencialmente
  • Se incluye el título correspondiente
- [x] Información suplementaria. Solamente cuando se requiera (Texto, tablas figuras)
  Debe estar debidamente referenciada en el texto: tabla 1S, 2S, etc.; figura 1S, 2S, etc. Esta información no se edita
  Nota: esta información no se edita

Escaneado con CamScanner

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis