

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE



Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie forestal nogal (*junglas neotropica*) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón – Piura.

TESIS para optar el título profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente

Autor: EST. Edgard Alberca Noriega

Tumbes – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal Nogal (*Junglas neotropica*) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Bermejo Requena Luis Alberto

Presidente

Dr. Cruz Cerro Gerardo Juan Francisco

secretario

Mg. Hidalgo Sandoval Eder Essaud

Vocal

Tumbes – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERIA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE



Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal Nogal (*Junglas neotropica*) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma:

Est. Alberca Noriega Edgard

Ejecutor

Dr. Herrera Palacios Eber Leopoldo

Asesor

Ing. Alberca Noriega Kenlly Antonio

Co- Asesor

Tumbes – 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO
SECRETARIA ACADÉMICA



ANEXO VIII

"AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PRESENCIAL

En Tumbes, a los ocho días del mes de agosto del dos mil veintitrés, siendo las diez horas, en el aula F2 Pabellón Escuela Ingeniería Forestal y Medio Ambiente ciudad universitaria, se reunieron el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, designado por Resolución N° 024-2023/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D, Dr. LUIS ALBERTO BERMEJO REQUENA (Presidente) Dr. GERARDO JUAN FRANCISCO CRUZ CERRO (Secretario), Mg. EDER ESSAUD HIDALGO SANDOVAL (Vocal 1), Dr. EBER LEOPOLDO PALACIOS HERRERA (Vocal 2), reconociendo en la misma resolución además, al Dr. EBER LEOPOLDO HERRERA PALACIOS y al Ing. KENLLY ALBERCA ALBERCA NORIEGA como asesor y co-asesor, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, titulada: **"Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal Nogal (*Junglas neotropica*) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura"**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, presentado por el: **Estudiante/Br. Edgard Alberca Noriega**.

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo N° 65 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al: estudiante / **Edgard Alberca Noriega, con** calificativo **BUENO**

Se hace conocer al sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda **Apto** para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las **once** horas y **45** minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, **08 Agosto de 2023**

DR. LUIS ALBERTO BERMEJO REQUENA DNI N° 02642832 CODIGO ORCID 000-001-5294-7034 Presidente	DR. GERARDO J. FRANCISCO CRUZ CERRO DNI N° 80661595 CODIGO ORCID 000-001-6096-0183 Secretario
Mg. EDER ESSAUD HIDALGO SANDOVAL DNI N° 42311217 CODIGO ORCID 000-002-8568-3255 VOCAL 1	DR. EBER LEOPOLDO HERRERA PALACIOS DNI N° 42450218 CODIGO ORCID 000-002-7255-9087 VOCAL 2

C.C. - JURADOS (03) -ASESOR Y(CO)-INTERESADO-ARCHIVO (Decanato)JMI/JCO

Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de nogal (junglas neotropical) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón – Piura

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.untumbes.edu.pe

Fuente de Internet

1%

2

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.udch.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

4

worldwidescience.org

Fuente de Internet

<1%

5

Submitted to upec

Trabajo del estudiante

<1%

6

repositoriotec.tec.ac.cr

Fuente de Internet

<1%

7

repositorio.unac.edu.pe

Fuente de Internet


<1%

8

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

<1%


Dr. Eber Leopoldo Herrera Palacios
<https://orcid.org/0000-0002-7255-9087>
Docente Asesor

9

repositorio.uwiener.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

10

Submitted to Universidad Rey Juan Carlos

Trabajo del estudiante

<1 %

11

dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

12

Submitted to Universidad Nacional de Tumbes

Trabajo del estudiante

<1 %

13

Fernando Ramírez. " Samara length-weight relationships in the endangered Cedro (Moritz ex Turcz) ", Biodiversity, 2023

Publicación

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Dr. Eber Leopoldo Herrera Palacios
<https://orcid.org/0000-0002-7255-9087>

Docente Asesor

Dedicatoria

A Dios.

Por darme la vida

A mis queridos padres Luzmila & Leandro.

Por ser pilar fundamental en todo lo que soy.

A mis queridos hermanos: Briana, Mayra, Yelsin, Marlon & Kenlly.

Por su apoyo incondicional y respaldo que me impulsan a salir adelante.
Además de saber que mis logros son los suyos.

Agradecimiento

Agradecimiento general a todas las personas que me dieron su apoyo en este proyecto de investigación. Especialmente al DR. Eber L. Herrera palacios Y ING. Kenlly A. Alberca Noriega por el asesoramiento brindado en el proceso de la elaboración, ejecución y redacción de mi tesis. Asimismo, a mi amigo Melvin Romero Guerrero por su apoyo en el inventario forestal.

Índice de Contenido

I. INTRODUCCIÓN	14
II. REVISION DE LITERATURA (Estado del Arte)	16
2.1. Cambio climático	16
2.2. Ciclo de carbono.....	16
2.3. Secuestro de carbono	17
2.4. Genero Junglas	18
2.5. Determinación de biomasa.....	20
2.6. Antecedentes	20
III. MATERIALES Y METODOS	22
3.1. Tipo de investigación.....	22
3.2. Hipótesis y operacionalización de variables	22
3.3. Ubicación.....	23
3.4. Población, muestra y muestreo	24
3.5. Recopilación de información	26
3.6. Fase de campo.....	26
3.7. Estimación de carbono	27
3.8. Procesamiento y análisis de datos	28
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	29
4.1. Inventario Forestal.....	29
4.2. Biomasa forestal.....	35
4.3. Estimación de carbono almacenado.....	36
4.4. Estimación de CO ₂ equivalente	37
4.5. Discusión.....	38
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1. Conclusiones.....	40
5.2. Recomendaciones.....	40
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	41
VII. ANEXOS	45

Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de las variables	23
Tabla 2. Formulas alométricas para la estimación de carbono	28
Tabla 3. Datos dasométricas de <i>J. neotropica</i>	29
Tabla 4. Resumen de datos dasométricos y estimadores estadísticos.	33
Tabla 5. Datos dasométricos por parcelas	34
<i>Tabla 6. Biomasa forestal de J. neotropica</i>	35
<i>Tabla 7. Carbono almacenado de J. neotropica</i>	36
<i>Tabla 8. Estimación de CO₂ equivalente de J. neotropica</i>	37

Índice de Figuras

Figura 1. Flujograma del procedimiento.	22
Figura 2. Delimitación del área de estudio.	24
Figura 3. Distribución de parcelas utilizadas para la toma de muestras del proyecto.....	26
Figura 4. Distribución de individuos de nogal en las parcelas de evaluación.	33
Figura 5. Biomasa forestal aérea por parcela.....	36
Figura 6. Estimación de carbono almacenado por parcela.	37
Figura 7. Estimación de CO ₂ equivalente por parcela.....	38
Figura 8. Medición de alturas.	45
Figura 9. Semilla de Nogal	45
Figura 10. Toma de coordenadas geográficas de cada individuo.	45
Figura 11. Estaca para delimitación de parcela.....	45
Figura 12. Delimitación de parcelas.	46
Figura 13. Toma de coordenadas	46
Figura 14. Toma de DAP de cada individuo.....	46
Figura 15. Ficha de campo de la parcela 1.	47
Figura 16. Ficha de campo de la parcela 2.	48
Figura 17. Ficha de campo de la parcela 3.	49
Figura 18. Ficha de campo de la parcela 4.	50
Figura 19. Ficha de campo de la parcela 5.	51
Figura 20. Ficha de campo de la parcela 6.	52

Figura 21. Ficha de campo de la parcela 7.	53
Figura 22. Ficha de campo de la parcela 8.	54
Figura 23. Ficha de campo de la parcela 9.	55
Figura 24. Ficha de campo de la parcela 10.	56
Figura 25. Ficha de campo de la parcela 11.	57
Figura 26. Ficha de campo de la parcela 12.	58
Figura 27. Ficha de campo de la parcela 13.	59
Figura 28. Ficha de campo de la parcela 14.	60
Figura 29. Ficha de campo de la parcela 15.	61
Figura 30. Ficha de campo de la parcela 16.	62
Figura 31. Ficha de campo de la parcela 17.	63
Figura 32. Ficha de campo de la parcela 18.	64
Figura 33. Ficha de campo de la parcela 19.	65
Figura 34. Ficha de campo de la parcela 20.	66
Figura 35. Ficha de campo de la parcela 21.	67
Figura 36. Ficha de campo de la parcela 22.	68
Figura 37. Ficha de campo de la parcela 23.	69
Figura 38. Ficha de campo de la parcela 24.	70

Índice de anexos

Anexos 1. Panel fotográfico.....	45
Anexos 2. Fichas de campo	47
Anexos 3. Matriz de consistencia.....	71

Resumen

Los gases de efecto invernadero (GEI) se encuentran en constante aumento, siendo principalmente el dióxido de carbono provocado por las acciones antropogénicas, por ello se vienen realizando diversas acciones para la mitigación y control de los GEI, una de estas acciones es el almacenamiento de estos gases en la biomasa de los bosques. Debido a esto, esta investigación tiene el objetivo de estimar el stock de carbono almacenado en la parte aérea de la especie forestal Nogal (*J. neotropica*), donde se usó una muestra de 6 ha de bosque húmedo en Pagay – Yamango.

Se realizó un inventario forestal en 24 parcelas de 50m x 50m, donde se tomaron datos de altura de cada individuo y diámetro a la altura del pecho (DAP), luego en gabinete se realizaron las estimaciones de biomasa aérea, carbono almacenado y CO₂ equivalente. Se encontró una densidad de 25 ind/ha de nogal, con alturas hasta de 20,90 m e individuos con DAP hasta de 0,92 m. Con estos datos y con ayuda de ecuaciones alométricas se pudo llegar a estimar la biomasa aérea, carbono almacenada y CO₂ equivalente, llegando a encontrar una biomasa aérea estimada de 11,62 Tn/ha, aproximadamente 5,81 Tn/ha de carbono almacena y 21,31 Tn/ha de CO₂ equivalente.

Palabras claves: nogal, estimación de carbono, CO₂ equivalente, biomasa aérea, inventario forestal

Abstract

Greenhouse gases (GHG) are constantly increasing, being mainly carbon dioxide caused by anthropogenic actions, for this reason various actions are being carried out for the mitigation and control of GHG, one of these actions is the storage of these gases in the biomass of forests. Due to this, this research has the objective of estimating the stock of carbon stored in the aerial part of the forest species Nogal (*J. neotropica*), where a sample of 6 ha of humid forest in Pagay - Yamango was used.

A forest inventory was carried out in 24 plots of 50m x 50m, where data on the height of each individual and diameter at breast height (DBH) were taken, then in the cabinet estimates of aerial biomass, stored carbon and CO₂ equivalent were made. A density of 25 ind/ha of walnut was found, with heights up to 20.90 m and individuals with DAP up to 0.92 m. With these data and with the help of allometric equations, it is possible to estimate the aerial biomass, stored carbon and equivalent CO₂, reaching an estimated aerial biomass of 11.62 Tn/ha, approximately 5.81 Tn/ha of stored carbon and 21.31 Tn/ha of CO₂ equivalent.

Key words: walnut, carbon estimation, CO₂ equivalent, aboveground biomass, forest inventory

I. INTRODUCCIÓN

Últimamente, el cambio climático que se genera principalmente por los Gases de Efecto Invernadero (GEI) ha ido en constante aumento desde el siglo pasado (Mikhaylov et al., 2020).

Dentro de estos gases, los principales son monóxido de carbono, óxido nitroso, metano, clorofluorocarbonos y el vapor de agua, el que es generado en mayor cantidad, es el dióxido de carbono, en especial por el uso de combustible fósiles (Mikhaylov et al., 2020).

En Perú al igual que el resto del mundo, se encuentra con la misma problemática, pues el ritmo de crecimiento y desarrollo se refleja en la expansión urbana (Palacios Vega et al., 2020), generando un creciente número de vehículos generadores, desarrollo de empresas industriales, deforestación, generación de sólidos residuos, etc., que aumentan las emisiones de GEI (Liu et al., 2019).

Por otro lado, se están realizando diversas acciones para la mitigación de los GEI, como por ejemplo el cambio del uso de combustibles fósiles por combustibles biomásicos, tecnologías limpias para el uso de carbón, tratamiento de gases y captura de carbono por manejo de bosques (Nunes et al., 2019).

Este último es el aspecto más importante y técnico de la conservación forestal ya que nos permite tener mayores beneficios en términos de desarrollo sostenible. Dentro de los beneficios se encuentra la disminución de CO₂ atmosférico, debido a que las especies forestales son nidos de carbono neto (Sun & Liu, 2020).

En la provincia de Morropón habita una amplia biodiversidad, con especies de importancia económica y científica, caracterizándose por ecosistemas de bosque seco llano, seco montano y húmedo, los cuales son vulnerables porque enfrentan diferentes amenazas como la deforestación, provocando pérdida y reducción de los bosques (Quiroga Velasquez, 2019).

Sin embargo, en estos bosques no se han realizado investigaciones que evalúen el carbono almacenado en las especies forestales. Lo que no permite conocer su potencial de captura de carbono, así como su asimilación de CO₂.

Debido a esto, la presente investigación nace con el objetivo de estimar el stock de carbono almacenado en la parte aérea de la especie forestal Nogal (*J. neotropica*) en los bosques húmedos de Pagay – Yamango.

Con esta investigación se busca ayudar a mejorar las prácticas de manejo forestal, mejorando así la captura de carbono brindada por el bosque, además servirá de referencia para muchas investigaciones en el centro poblado lo que mejorara las condiciones de vida de los pobladores de Pagay – Yamango por los servicios ambientales que estas obtienen del bosque.

II. REVISION DE LITERATURA (Estado del Arte)

2.1. Cambio climático

Son cambios en los modelos climáticos de los sistemas naturales a causa de los GEI provocados principalmente por las actividades antropogénicas. En la actualidad a aumento 1°C de calentamiento y es posible que aumente hasta 1,5°C si continúan las emisiones actuales (Fawzy et al., 2020).

La emisión global excesiva de GEI (principalmente dióxido de carbono y metano), especialmente debido a la quema de petróleo para la producción de energía, siendo la principal causa de la contaminación del aire y el efecto invernadero (Fawzy et al., 2020). Esto eventualmente ha traído muchos problemas que afectan las condiciones de vida de los seres humanos, como el cambio climático.

Alcanzar los objetivos de temperatura de 1,5 – 2,0 ° C del acuerdo climático de París requiere no solo reducir las emisiones de GEI, sino también aumentar la absorción de GEI de la atmósfera. La reforestación es un método potencialmente a gran escala para eliminar el CO₂ y almacenarlo en la biomasa y los suelos de los ecosistemas (Busch et al., 2019).

2.2. Ciclo de carbono

Los organismos vivos absorben carbono para ayudar a fabricar alimentos o liberen carbono como parte de la respiración, la ingesta y salida de carbono es un componente de toda la vida vegetal y animal (Gabrielli et al., 2020).

Las plantas utilizan el carbono para elaborar hojas y tallos (Seyedabadi et al., 2021), luego los animales lo digieren y es usado para el crecimiento celular (Vanlerberghe et al., 2020).

El carbono se almacena como gas (CO₂) en la atmosfera, asimilado por organismos (Jia et al., 2023) y la mayor parte se encuentra en rocas (Warr, 2022). En la tierra la cantidad de carbono es invariables, pero lo que puede cambiar es la cantidad de carbono en un depósito específico (Warr, 2022). A

ese movimiento se conoce como el ciclo del carbono, este movimiento se da mediante la fotosíntesis y la respiración (Jia et al., 2023).

Este ciclo es vital importancia para la vida y mantener este equilibrio permite que el planeta siga siendo hospitalario para la vida. Los científicos creen que los humanos han alterado este equilibrio al quemar combustibles fósiles, lo que ha agregado más carbono a la atmósfera de lo habitual y ha llevado al cambio climático y al calentamiento global (Shahbazi & Rezaei Nasab, 2016). El ciclo biogeoquímico del carbono (C) y su relación con el calentamiento global han ocupado la atención de un número significativo de investigadores en todo el mundo (Fawzy et al., 2020). Dos temas se destacan de la investigación que involucra el flujo de C, el equilibrio del ciclo global del carbono y la mitigación del aumento atmosférico CO₂ a través de la reducción de fuentes de emisión e incremento de los sumideros de C (Phillips et al., 1998).

Se ha estimado que los bosques del mundo almacenan hasta el 80% de todo el C terrestre sobre el suelo y alrededor del 40% de todo el C terrestre subterráneo (suelos, basura y raíces) (Ortiz-Ceballos et al., 2020). Por lo tanto, la deforestación de estos ecosistemas ha modificado significativamente el ciclo global de C.

El potencial de los bosques para el secuestro de C ha sido evaluado por varios investigadores que sugieren que la conservación y gestión sostenible de los sistemas agroforestales pueden contribuir sustancialmente al almacenamiento y secuestro global de C, al tiempo que proporcionan bienes y otros servicios ambientales a las comunidades rurales en varios países (Ortiz-Ceballos et al., 2020).

2.3. Secuestro de carbono

Los bosques en el mundo representan aproximadamente el 50% de la productividad primaria bruta mundial y almacenan el 90% del carbono total (C) en los ecosistemas terrestres naturales (Sothe et al., 2022). Este gran reservorio de C aparentemente ha crecido en las últimas décadas, contribuyendo a estabilizar el clima global. Actualmente, los bosques eliminan aproximadamente el 27% del C antropogénico total emitido a la atmósfera (Lewis et al., 2019).

En 1997, el Protocolo de Kioto sugirió que la asimilación de CO₂ por los árboles y el suelo es tan válida como la reducción del CO₂. Como resultado, a los árboles, otras plantas y al suelo se les dio gran importancia como contenedores temporales de carbono emitidos a la atmósfera (Gabrielli et al., 2020). Sin embargo, hay un movimiento en contra de estos sumideros de carbono porque su efecto no se puede medir con precisión (Gabrielli et al., 2020).

Las cinco principales reservas de carbono de un ecosistema terrestre que involucra biomasa del suelo (Phillips et al., 1998). Por lo tanto, hay tres formas en que los espacios verdes pueden reprimir el carbono atmosférico (Palacios Vega et al., 2020). En primer lugar, los autótrofos absorben CO₂ de la atmósfera, una parte del cual se libera de nuevo a la atmósfera y el resto se almacena en los tejidos vegetales por encima y por debajo del suelo, lo que resultando en el crecimiento vegetativo en forma de biomasa. Por lo tanto, todos los autótrofos convierten el dióxido de carbono atmosférico en biomasa, pero los árboles, específicamente, se consideran los principales sumideros o esponjas de carbono (Coveñas Jacinto 2021).

El carbono asimilado por los árboles se retiene durante más tiempo con poca fuga a la atmósfera. Las tasas anuales de secuestro de carbono dependen en gran medida del tamaño del árbol en la madurez, la vida útil y sus tasas de crecimiento. Después de que los árboles mueren, la biomasa entra en la cadena alimentaria o en el suelo como carbono del suelo (Nunes et al., 2019). En segundo lugar, los suelos también son los principales contribuyentes a las reservas de carbono. La basura y los desechos leñosos no son una reserva importante de carbono, ya que contribuyen solo una pequeña fracción a las reservas totales de carbono (Eduarte & Segura, 2019). En tercer lugar, la vegetación urbana reduce la demanda de refrigeración del edificio al proporcionar sombra y evapotranspiración, y la demanda de calefacción de los espacios habitables al reducir la velocidad del viento (Palacios Vega et al., 2020).

2.4. Genero Junglas

El género *Junglas* es uno de los ocho géneros de la familia *Juglandaceae*. El género tiene 21 especies en América, el sur de Europa, las Indias

Occidentales hasta el este de Asia y Japón. Las especies de *Junglas* son árboles monoicos, caducifolios o parcialmente caducifolios. La sección *Rhysocaryon* (nueces negras) es endémica de las Américas y comprende tres especies centroamericanas, seis taxones norteamericanos y cuatro especies sudamericanas como *J. australis* Griesb., *J. boliviana* (C.DC.) Dode y *J. venezuelensis* Mann., que se encuentran principalmente en lugares de gran altitud (Ding et al., 2023).

J. neotropica, comúnmente conocida como “Nogal”, es una angiosperma leñosa que puede alcanzar hasta 25–30 m de altura. Originaria de Colombia, el oeste de Venezuela, Ecuador y el norte de Perú (Ramírez & Kallarackal, 2021).

El tronco se caracteriza por una corteza con surcos. Las hojas son compuestas de unos 40 cm de largo, los folíolos inferiores de las hojas maduras son redondos o subcordados en la base, en su mayoría sésiles con margen dentado. El nogal es protándrico y tiene flores femeninas y masculinas en el mismo individuo. La bráctea floral es conspicua y mide de 2 a 5 mm de largo. La flor masculina es un amento de unos 10 cm de largo, mientras que las flores femeninas son pistiladas. El fruto de forma redonda tiene unos 7 cm de diámetro y lleva una nuez redonda en su interior, cubierta por una pulpa amarilla (Ramírez & Kallarackal, 2021).

El nogal es una especie leñosa en peligro de extinción (UICN, 1998) debido a que enfrenta amenazas como la tala y la extracción de madera en Colombia, Perú y Ecuador. La tala ha reducido el tamaño de la población de nogal en Colombia. Alrededor del 52% de los rodales de árboles están en peligro (Ramírez & Kallarackal, 2021).

Este árbol tiene un follaje visualmente atractivo y se considera muy apreciado con fines ornamentales. El nogal es una importante especie maderera que produce madera de alta calidad, utilizada para fabricar muebles, instrumentos musicales, carpintería interior, utensilios torneados, ebanistería fina, enchape decorativo. Las nueces son comestibles y la pulpa amarilla produce un tinte amarillo que se usa como colorante en la industria textil (Ramírez & Kallarackal, 2021).

El árbol también tiene importantes propiedades secuestradoras de carbono y propiedades reductoras de material particulado (PM) entre otros servicios ecosistémicos.

2.5. Determinación de biomasa

Los ecosistemas forestales tienen una gran capacidad para almacenar carbono en su biomasa aérea, pero esto varía en función a su edad, densidad poblacional y composición florística (Panja, 2021). Para determinar esta capacidad es un reto cuando se intenta evaluar ecosistemas naturales, alterados o inducidos por el hombre. Debido a que estos sistemas se encuentran en un constante cambio que modifican el desarrollo y crecimiento de árboles (Ortiz-Ceballos et al., 2020).

Este análisis se puede hacer mediante análisis destructivo o estimaciones indirectas de los árboles en pie, este último es más práctico. Sin embargo, se necesitan funciones que estimen la biomasa total con relación a la especie y dimensiones. Para ello se usan ecuaciones alométricas o teledetección mediante modelos calibrados (Coveñas Jacinto, 2021).

Las ecuaciones alométricas se utilizan generalmente para cada especie, sin embargo, estas pueden ser usadas en especies que crezcan de forma similar con respecto al patrón morfológico de crecimiento, así que tienen una asignación equivalente de biomasa aérea (Eduarte & Segura, 2019).

2.6. Antecedentes

López Narváez (2023) en su tesis determinó el factor de forma para la especie forestal *J. neotropica* mediante ecuaciones volumétricas de Smalian y Newton con una adaptación a la metodología de cubicación de madera con un método no destructivo, encontraron que las ecuaciones de Smalian presentan menor dispersión y mayor homogeneidad de los volúmenes, concluyendo que el factor de forma que mejor se adapta a la especie *J. neotropica* es 0,7.

Rengifo Trigozo et al. (2021) estimaron el carbono almacenado en plantaciones forestales de *J. neotropica* a distintas alturas, usando una metodología no destructiva con ecuaciones alométricas, se encontró una relación inversa con respecto a altitud y carbono total almacenado, la biomasa aérea total en la plantación del estrato altitudinal 787 msnm, alcanzó el valor

máximo de 2,34 t/ha, seguida de la plantación establecida en 1.153 msnm. con un valor de 1,77 t/ha y la parcela situada a 1.455 msnm con un valor de 1,63 t/ha.

Ramírez López et al. (2019) realizaron una investigación en plantación de *J. neotropica* y sistemas agroforestales de *J. neotropica* asociado con *Coffea arabica* con el objetivo de estimar el contenido de carbono en la sierra norte ecuatoriana., inicialmente se determinó la biomasa mediante una correlación entre materia seca y fresca, luego se transformó en carbono con un factor de 0,5. Se encontró que el fuste es donde se almacena la mayor cantidad de carbono, además la asociación con una plantación de café favoreció a la producción de biomasa de *J. neotropica*. Se encontró 13,08 Tn/h de carbono almacenado en la plantación sin asociación mientras que en el sistema agroforestal se encontró 15,53 Tn/ha de carbono.

III. MATERIALES Y METODOS

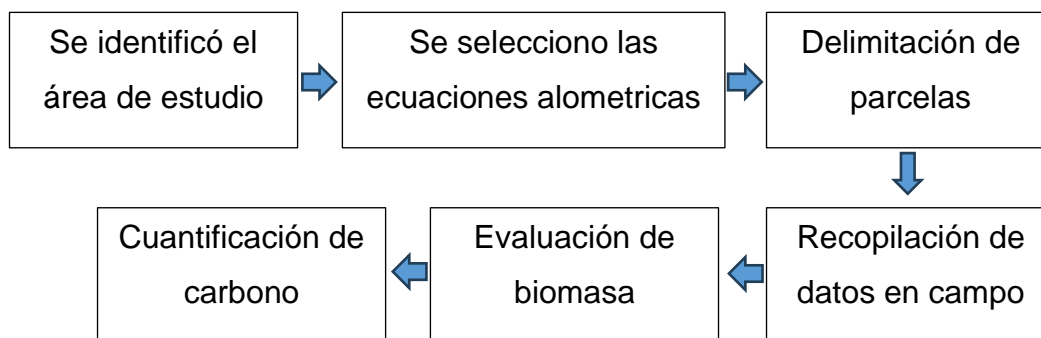


Figura 1. Flujograma del procedimiento.

3.1. Tipo de investigación.

La investigación es del tipo aplicada de acuerdo con el fin que persigue y además es descriptiva de acuerdo con la técnica de contrastación.

3.2. Hipótesis y operacionalización de variables

Hipótesis: Es posible determinar el stock de carbono almacenado en la parte aérea de la especie forestal Nogal (*J neotropica*) en el bosque húmedo Pagay – Yamango.

Variable independiente: Biomasa área en la especie forestal Nogal (*J. neotropica*).

Definición conceptual. – Es cualquier materia vegetal o material arbóreo producido por el crecimiento forestal. La biomasa forestal es una variable importante para evaluar el secuestro de carbono y la capacidad de balance de carbono de los ecosistemas forestales. La estimación precisa de la biomasa forestal es particularmente importante para estudiar el ciclo del carbono del ecosistema terrestre en grandes áreas (Coveñas Jacinto 2021).

Definición operacional. – En esta investigación se calculará la biomasa aérea mediante ecuaciones alométricas usando datos físicos obtenidas como la altura de planta y Diámetro a Altura del Pecho (DAP), y otros calculados como área basal y volumen del fuste.

Variable dependiente: Carbono contenido en biomasa aérea de la especie forestal Nogal (*J. neotropica*).

Definición conceptual. - El carbono se almacena como gas (CO₂) en la atmosfera, asimilado por organismos y la mayor parte se encuentra en rocas. Las plantas utilizan el carbono para elaborar hojas y tallos, luego los animales lo digieren y es usado para el crecimiento celular (Gabielli et al., 2020).

Definición operacional. – Para hacer la evaluación del carbono se realizará en referencias a lo que se obtenga como biomasa total y por hectárea, usando la suposición del 50%.

Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

	Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medición
Independiente	Biomasa área	Características dasométricas.	Altura total	Metros (m)
			DAP	Metros
			Área basal	cuadrados (m ²)
			Volumen del tronco.	Metros Cúbicos (m ³)
Dependiente	Carbono contenido en biomasa aérea	Carbono	Carbono almacenado	Toneladas / hectárea
			Dióxido de carbono equivalente	

3.3. Ubicación

Esta investigación se desarrolló en el centro poblado de Pagay, distrito de Yamango, provincia de Morropón del Departamento de Piura. Se desarrolló un área de 200ha como se observó en la figura 2.

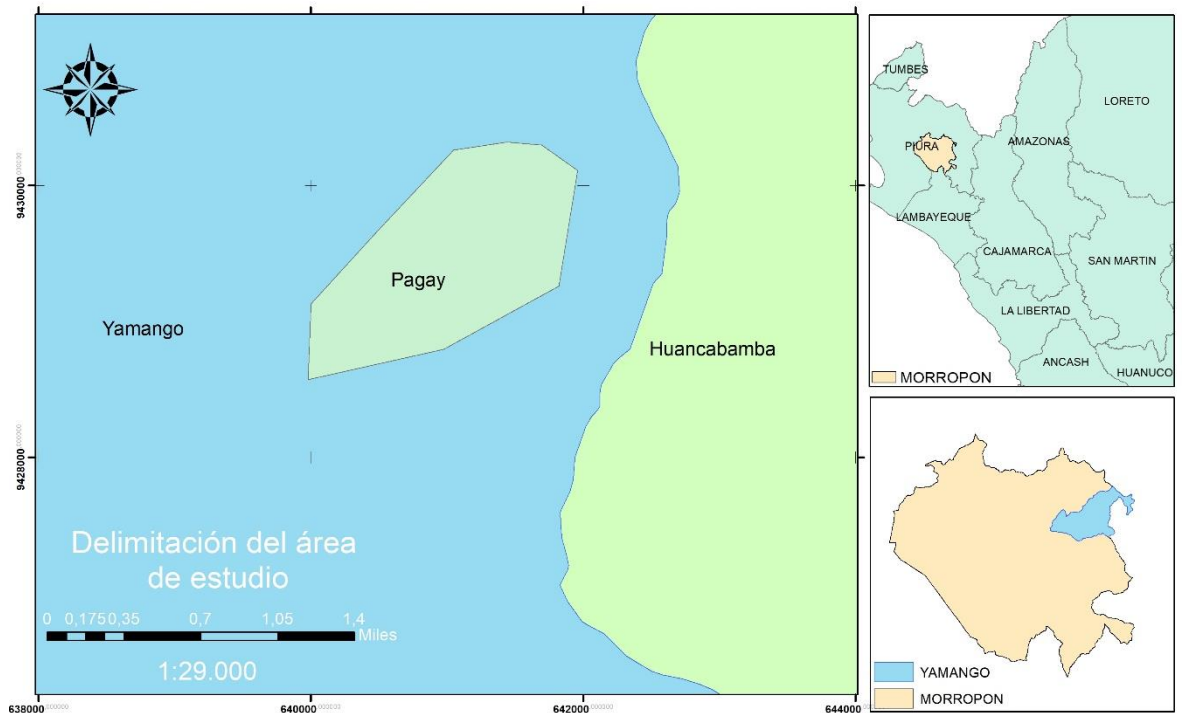


Figura 2. Delimitación del área de estudio.

3.4. Población, muestra y muestreo

La población estuvo definida por 200 ha del caserío Pagay – Yamango, el cual es un aproximado de lo que abarca este caserío.

Para calcular la muestra se usó los criterios la siguiente fórmula según MINAM (2015).

$$N = a + b(S)$$

Donde:

N = Superficie a muestrear (ha)

S = Área total del proyecto (ha)

a = 5

b = 0,001

Remplazando:

$$N = 5 + 0,001(200)$$

$$N = 5,2 \text{ ha}$$

Sin embargo, según la guía técnica de MINAM (2015) el tamaño mínimo de muestra para áreas menores a 1000 ha es de 6 ha, por ello se considero 6 ha como muestra. Además, para bosques de la región andina la guía técnica del

MINAM (2015) considera un tamaño mínimo de unidad muestral de 0,25 ha. Entonces se procedió a calcular el número de parcelas.

$$N_1 = M/u$$

Donde:

N_1 = Numero de muestra.

M = Muestra.

u = Unidad muestral.

Remplazamos:

$$N_1 = 6/0,25$$

$$N_1 = 24$$

Quedando como resultado, 24 parcelas de muestras de un área de 0,25 ha (50 m x 50 m), para lo cual se usó un muestreo no probabilístico por conveniencia, que consistió en seleccionar y establecer lugares estratégicos de muestreo, y optar por parcelas accesibles, esto implicó tener en cuenta los Bosques que actualmente no son depredados por el hombre. Previo a ello, se realizó visitas in situ en compañía de un guía, quienes ayudo a identificar los demás sectores que necesiten ser muestreados.

Quedando las parcelas de muestreo distribuidas de la siguiente manera:

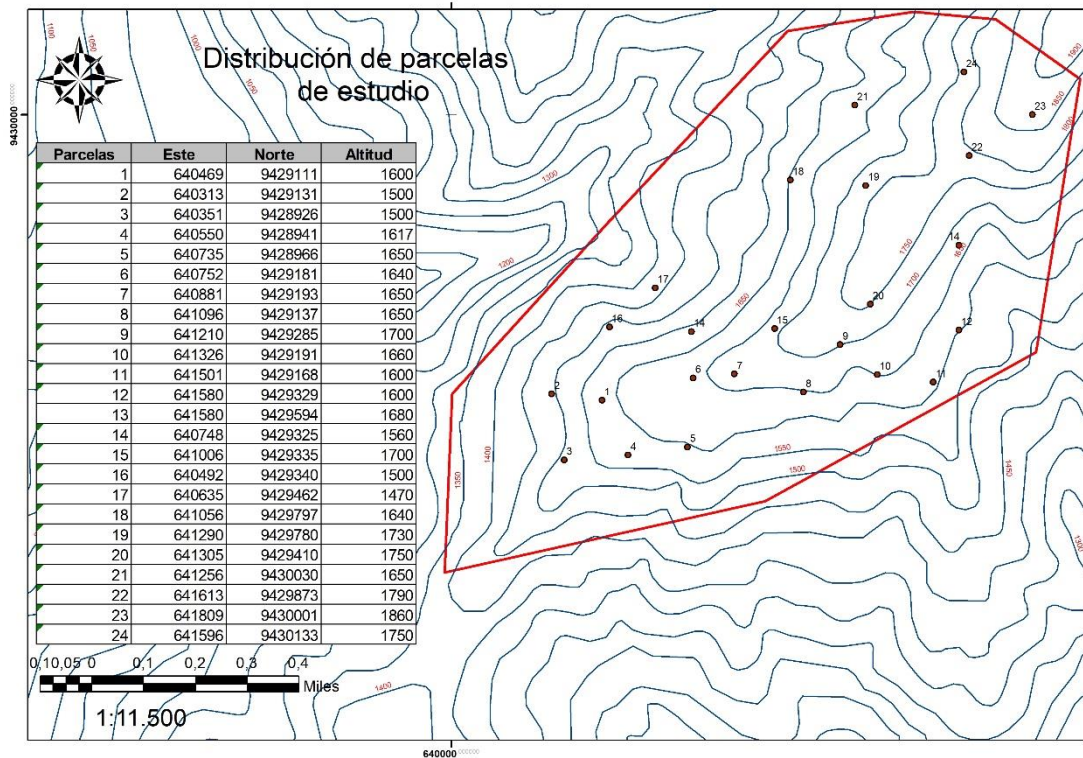


Figura 3. Distribución de parcelas utilizadas para la toma de muestras del proyecto.

3.5. Recopilación de información

La observación y mediciones se usaron como técnicas recolectoras de datos. Se tomaron datos de altura con ayuda de un hipsómetro y DAP de cada individuo con una cinta métrica donde se obtuvo el dato de la circunferencia de cada individuo para luego calcular el diámetro mediante una fórmula matemática que se presenta a continuación:

$$Circunferencia = 2\pi(\text{radio})$$

$$\frac{Circunferencia}{\pi(3,14159)} = 2\text{radio}$$

$$\frac{Circunferencia}{\pi(3,14159)} = \text{Diametro}$$

3.6. Fase de campo

Las salidas de campo se efectuaron recurrentemente, esto implica realizar visitas in situ donde se instalaron las parcelas de 50 m x 50 m, luego se recolectaron las variables gasométricas de cada individuo. En el caso del

diámetro se realizó a una altura de 1,3 m del suelo y se medirá con una cinta métrica, mientras que la altura se calculó utilizando el hipsómetro. Adicional se tomaron puntos geográficos de los centroides de la parcela y de cada individuo mediante un GPS Garmin 64s.

3.7. Estimación de carbono

Para estimar el stock de carbono se usó un método no destructivo aplicando modelos alométricos descrito en la tesis de Coveñas Jacinto (2021), para ello se usarán indicadores como DAP y altura.

Para realizar la estimación del stock de carbono, se tomaron en cuenta parámetros como área basal, volumen, biomasa forestal, carbono almacenado

Inicialmente se estimó el área basal donde se usó la ecuación dada por geometría para el área del círculo, una vez obtenida el área basal se procedió a estimar el volumen del fuste para lo cual al área basal se multiplica la altura del individuo y el factor de forma que para el caso de *J. neotropica* es de 0,7 obtenido de López Narváez (2023).

Para la estimación de la biomasa forestal, se calculó a partir del volumen obtenido, este se multiplica por la densidad de la madera que para el caso de *J. neotropica* es de 0,5 obtenido de Toro Vanegas & Roldan Rojas (2018) y por un factor de expansión de biomasa aérea que es de 1,2, se toma ese valor como constante en ausencia de investigaciones específicas de la especie.

Una vez obtenida la biomasa forestal, se estima que el 50% del total de la biomasa es carbono almacenado por ello para el cálculo del carbono almacenado se multiplica la biomasa por el 0,5. Con este dato del carbono almacenado se puede calcular el CO₂ equivalente ya que se estima que por cada tonelada de carbono almacenada se necesitan 3,67 tn de CO₂ que tienen que ser asimiladas, esta fracción invariable se utiliza para la conversión de carbono en CO₂, este factor se obtiene de la relación entre el peso molecular del CO₂ con el peso molecular del carbono, como se observa en la investigación de Eduarte & Segura (2019). Para una mayor comprensión a continuación se deja una tabla con las fórmulas alométricas.

Estas ecuaciones fueron usadas en el bosque de Morropón, en la tesis de Coveñas Jacinto (2021).

Tabla 2. Formulas alométricas para la estimación de carbono

Parámetros	Formula
Área basal	$\text{Área Basal (m}^2\text{)} = \frac{\pi}{4} * (\text{Diametro a la Altura del Pecho})^2$
Estimación del volumen del fuste	$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \text{Área Basal} * \text{Altura} * \text{Factor de forma}$
Estimación de biomasa forestal aérea	$\text{Biomasa Forestal (Tn)}$ $= \text{Volumen} * \text{Densidad de la madera}$ $* \text{Factor de expansion de biomasa aerea}$
Determinación del carbono almacenado	$\text{Carbono almacenado (Tn)} = \text{Biomasa Forestal} * 50\%$
Estimación del secuestro de CO ₂ equivalente	$\text{Estimacion del secuestro de CO}_2\text{(Tn)}$ $= \text{Carbono almacenado} * 3,667$

3.8. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se realizó mediante el software de procesamiento Microsoft Excel y para los datos de información geográfica se usó el software SIG ArcMap 10.3 que luego fue representado en mapas geográficos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Inventario Forestal

En la presente investigación se realizó un inventario a la especie en estudio, a la cual se tomaron los datos dasométricos que se observan en la tabla 3.

Tabla 3. Datos dasométricos de *J. neotropica*.

N° de parcela	N° de árbol	DAP (m)	Altura (m)	Área basal (m ²)	Volumen de fuste (m ³)
1	1	0.41	6.00	0.1345	0.5649
	2	0.25	2.22	0.0509	0.0791
	3	0.40	9.10	0.1243	0.7921
2	1	0.35	13.20	0.0963	0.8897
	2	0.44	10.60	0.1494	1.1083
	3	0.13	6.00	0.0127	0.0535
3	1	0.67	16.30	0.3509	4.0043
	2	0.73	18.50	0.4210	5.4516
4	1	0.11	2.50	0.0097	0.0171
	2	0.29	8.00	0.0645	0.3610
	3	0.33	14.00	0.0877	0.8598
5	1	0.45	18.30	0.1605	2.0555
	2	0.41	15.10	0.1345	1.4215
	3	0.40	16.20	0.1243	1.4100
6	1	0.43	14.20	0.1472	1.4631
	2	0.48	16.50	0.1814	2.0957
	3	0.52	18.20	0.2140	2.7268
	4	0.16	7.30	0.0199	0.1017
	5	0.14	5.10	0.0161	0.0575
7	1	0.38	14.80	0.1146	1.1872
	2	0.24	15.30	0.0448	0.4794
	3	0.37	11.30	0.1089	0.8617
	4	0.13	8.70	0.0127	0.0775
8	1	0.25	7.40	0.0509	0.2638
	2	0.41	11.06	0.1345	1.0412
	3	0.57	15.10	0.2578	2.7253
	4	0.22	6.40	0.0390	0.1747
	5	0.27	8.50	0.0575	0.3421
	6	0.19	6.50	0.0286	0.1304
	7	0.35	10.13	0.0963	0.6828

Tabla 3. Continuación...

9	1	0.45	15.31	0.1560	1.6716
	2	0.24	10.20	0.0448	0.3196
	3	0.32	11.30	0.0780	0.6169
	4	0.35	16.00	0.0963	1.0785
	5	0.41	14.00	0.1345	1.3180
	6	0.23	9.70	0.0424	0.2879
	7	0.46	10.00	0.1673	1.1712
	8	0.36	15.90	0.0998	1.1110
10	1	0.57	20.30	0.2578	3.6639
	2	0.30	5.10	0.0718	0.2564
	3	0.12	5.00	0.0109	0.0381
	4	0.18	4.80	0.0259	0.0869
	5	0.16	4.35	0.0199	0.0606
	6	0.14	4.10	0.0154	0.0442
11	1	0.13	4.15	0.0134	0.0389
	2	0.33	14.37	0.0861	0.8658
	3	0.12	3.70	0.0115	0.0298
	4	0.20	7.31	0.0316	0.1616
	5	0.14	7.91	0.0147	0.0815
	6	0.12	3.90	0.0109	0.0297
	7	0.28	8.00	0.0630	0.3530
	8	0.11	8.10	0.0097	0.0553
	9	0.26	12.30	0.0522	0.4495
	10	0.12	4.05	0.0109	0.0309
	11	0.18	11.07	0.0241	0.1865
	12	0.21	8.20	0.0347	0.1990
12	1	0.43	11.10	0.1450	1.1269
	2	0.41	10.05	0.1345	0.9461
	3	0.40	12.20	0.1243	1.0619
	4	0.29	9.15	0.0645	0.4129
	5	0.33	9.85	0.0877	0.6049
	6	0.12	3.90	0.0109	0.0297
	7	0.25	8.80	0.0497	0.3059
	8	0.42	12.80	0.1366	1.2236
	9	0.11	7.05	0.0103	0.0509
	10	0.16	5.00	0.0207	0.0724
	11	0.32	14.03	0.0828	0.8131
	12	0.17	9.40	0.0224	0.1471
	13	0.11	7.10	0.0097	0.0484
	14	0.23	19.02	0.0424	0.5646
	15	0.11	6.04	0.0087	0.0366
13	1	0.54	18.30	0.2300	2.9461
	2	0.40	19.06	0.1284	1.7125
	3	0.38	16.60	0.1127	1.3095
	4	0.47	20.05	0.1720	2.4135

Tabla 3. Continuación...

13	5	0.25	14.73	0.0472	0.4865
	6	0.67	20.90	0.3509	5.1343
	7	0.31	12.06	0.0749	0.6321
	8	0.30	13.01	0.0688	0.6268
	9	0.14	8.10	0.0147	0.0834
14	1	0.16	6.99	0.0199	0.0973
	2	0.22	6.09	0.0390	0.1662
	3	0.22	6.10	0.0379	0.1618
	4	0.29	7.02	0.0659	0.3238
	5	0.30	7.15	0.0688	0.3445
	6	0.25	6.10	0.0472	0.2015
	7	0.13	5.90	0.0134	0.0552
	8	0.12	3.60	0.0121	0.0305
	9	0.26	3.80	0.0522	0.1389
15	1	0.21	10.30	0.0336	0.2424
	2	0.67	20.10	0.3509	4.9378
	3	0.22	11.50	0.0390	0.3139
	4	0.37	13.10	0.1052	0.9651
16	1	0.15	7.05	0.0168	0.0831
	2	0.13	3.30	0.0127	0.0294
	3	0.60	15.20	0.2873	3.0567
	4	0.38	14.10	0.1146	1.1310
	5	0.29	11.76	0.0645	0.5306
17	1	0.29	6.16	0.0645	0.2779
	2	0.73	19.30	0.4210	5.6874
	3	0.45	13.90	0.1560	1.5176
18	1	0.13	5.40	0.0127	0.0481
	2	0.20	3.20	0.0316	0.0708
	3	0.11	4.25	0.0097	0.0290
	4	0.12	7.05	0.0109	0.0538
	5	0.11	3.90	0.0097	0.0266
	6	0.12	2.90	0.0115	0.0233
	7	0.18	7.80	0.0241	0.1314
	8	0.12	4.10	0.0121	0.0347
	9	0.49	9.75	0.1863	1.2714
	10	0.11	4.05	0.0087	0.0246
	11	0.13	3.85	0.0127	0.0343
	12	0.11	5.20	0.0097	0.0355
	13	0.11	4.60	0.0092	0.0296
	14	0.11	5.15	0.0103	0.0372
	15	0.92	18.75	0.6693	8.7840
19	1	0.12	10.90	0.0121	0.0924
	2	0.13	5.85	0.0127	0.0521
	3	0.12	6.05	0.0121	0.0513
	4	0.14	5.14	0.0161	0.0580

Tabla 3. Continuación...

19	5	0.22	10.95	0.0390	0.2989
	6	0.13	9.15	0.0127	0.0816
20	1	0.40	9.10	0.1243	0.7921
	2	0.19	4.65	0.0286	0.0933
	3	0.12	3.95	0.0121	0.0335
	4	0.17	3.65	0.0227	0.0580
	5	0.57	13.15	0.2578	2.3734
21	1	0.16	8.10	0.0199	0.1128
	2	0.13	7.75	0.0127	0.0691
	3	0.12	6.25	0.0115	0.0503
	4	0.16	5.30	0.0199	0.0738
	5	0.15	4.30	0.0168	0.0507
	6	0.11	4.15	0.0103	0.0300
	7	0.11	5.10	0.0097	0.0348
	8	0.39	6.10	0.1204	0.5141
	9	0.41	7.15	0.1304	0.6526
	10	0.17	8.75	0.0224	0.1369
22	1	0.17	6.50	0.0215	0.0979
	2	0.14	7.10	0.0161	0.0801
	3	0.16	8.15	0.0207	0.1181
	4	0.19	9.10	0.0286	0.1825
	5	0.13	5.16	0.0134	0.0483
	6	0.30	12.05	0.0718	0.6058
23	1	0.13	3.30	0.0134	0.0309
	2	0.41	12.59	0.1324	1.1671
	3	0.46	15.61	0.1627	1.7782
	4	0.32	12.41	0.0828	0.7192
24	1	0.22	7.32	0.0379	0.1941
	2	0.44	12.61	0.1494	1.3184
	3	0.64	16.18	0.3215	3.6414

En la tabla 3 observamos todos los datos obtenidos de las parcelas de evaluación, en 6ha se evaluaron 24 parcelas de 50m x 50m. Donde se registraron 150 individuos con una densidad de 25 ind/ha, sin embargo, existen zonas con una mayor densidad de individuos, como se observa en la figura 4.

En el bosque de Pagay – Yamango se encontró una altura de promedio de 9,48m, sin embargo, la mayoría de los individuos se sitúa en alturas menores al promedio. De igual forma en caso del DAP la mayoría los individuos se encontraron por debajo del promedio (0,27m), Con estos datos se calculó el

área basal y el volumen que abarca la especie forestal nogal (*J. neotropica*) siendo de 1,91 m²/ha y 18,59 m³/ha respectivamente.

Tabla 4. Resumen de datos dasometricos y estimadores estadísticos.

	H (m)	DAP (m)	Área (m ² /ha)	Volumen (m ³ /ha)
Promedio	9,48	0,27	1,91	18,59
Desviación estándar	4,75	0,17		
Coefficiente de variación	0,50	0,66		

En la tabla 4, observamos que entre los individuos existe una alta variabilidad, llegando a obtener un coeficiente de variación del 50% para el caso de las alturas y 66% para el caso del DAP, lo que unos indican individuos con alturas y DAP dispersos con relación al promedio, llegando a encontrar individuos de 2,22 m hasta de 20,90 m con respecto a las alturas e individuos de hasta 0,92 m de DAP.



Figura 4. Distribución de individuos de nogal en las parcelas de evaluación.

La distribución de individuos de nogal evaluados por parcelas se observa en la figura 4, encontrando mayores individuos en las parcelas 11,12,13,14,18 y 21 que se encuentran aproximadamente al centro del área evaluada, encontrando más de 10 individuos por parcelas, sin embargo, se encontraron parcelas con pocos individuos, pero con una gran área basal y volumen. Estos datos se evidencian en la tabla 5.

Tabla 5. Datos dasométricos por parcelas

Parcelas	Este	Norte	N° de ind.	Área basal m²/ha	Volumen m³/ha
1	640469	9429111	3	1,23	5,74
2	640313	9429131	3	0,99	8,04
3	640351	9428926	2	3,08	37,82
4	640550	9428941	3	0,61	4,89
5	640735	9428966	3	1,67	19,54
6	640752	9429181	5	2,26	25,59
7	640881	9429193	4	1,12	10,42
8	641096	9429137	7	2,65	21,44
9	641210	9429285	8	3,27	30,29
10	641326	9429191	6	1,48	16,22
11	641501	9429168	12	1,40	9,78
12	641580	9429329	15	3,69	29,41
13	641580	9429594	9	4,79	61,37
14	640748	9429325	9	1,42	6,07
15	641006	9429335	4	2,11	25,83
16	640492	9429340	5	1,98	19,32
17	640635	9429462	3	2,56	29,93
18	641056	9429797	15	3,74	41,54
19	641290	9429780	6	0,28	2,00
20	641305	9429410	5	1,68	13,14
21	641256	9430030	10	1,43	6,63
22	641613	9429873	6	0,68	4,53
23	641809	9430001	4	1,52	14,69
24	641596	9430133	3	2,03	20,61

En la tabla 5, observamos los datos dasométricos por parcela, encontrando parcelas de hasta 15 individuos, en el caso de la parcela 18 donde tuvo 15 individuos obteniendo un área basal 3,74 m²/ha y un volumen de 41,54 m³/ha, por otro lado, se observan parcelas con pocos individuos, pero con mayor área y volumen como es el caso de la parcela 13 que con solo 9 individuos llega a tener un área basal de 4,79 m²/ha y un volumen de 61,37 m³/ha. Siendo este mayor a la parcela 18 que presenta 15 individuos. Esto es debido a las alturas y diámetros de cada individuo.

4.2. Biomasa forestal

Tabla 6. Biomasa forestal de *J. neotropica*.

N° de parcela	Biomasa Forestal (Tn/ha)	N° de parcela	Biomasa Forestal (Tn/ha)
1	3,44	13	36,82
2	4,82	14	3,64
3	22,69	15	15,50
4	2,93	16	11,59
5	11,72	17	17,95
6	15,35	18	24,92
7	6,25	19	1,20
8	12,86	20	7,88
9	18,17	21	3,98
10	9,73	22	2,71
11	5,87	23	8,81
12	17,64	24	12,36
Promedio		11,62	

En la tabla 6, se observan los promedios de biomasa forestal aérea (Tn/ha) encontrada en cada parcela, donde se encontró que el bosque de Pagay – Yamango alberga 11,62 tn/ha de biomasa forestal aérea de la especie nogal (*J. neotropica*), dando un total de 2330,47 tn de biomasa en las 200 ha del bosque de Pagay – Yamango.

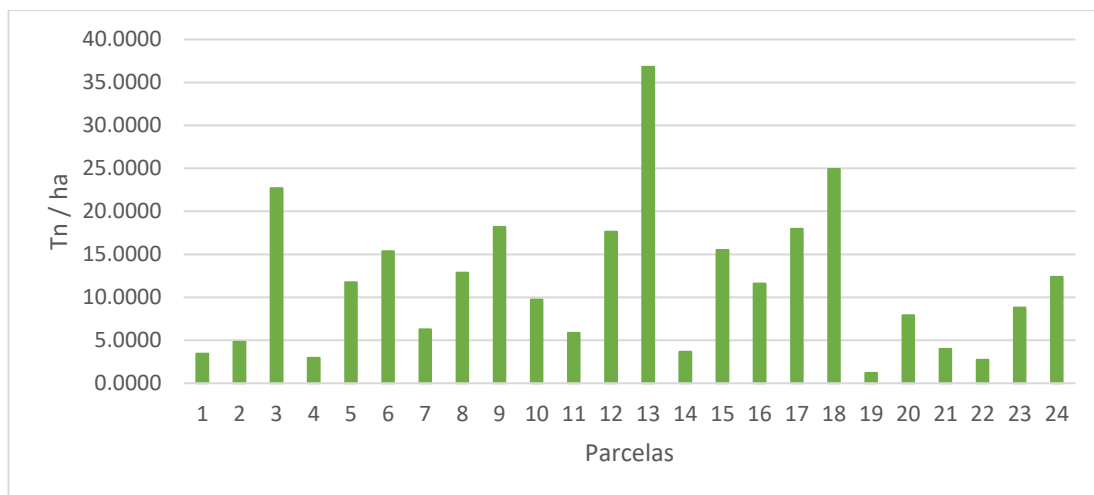


Figura 5. Biomasa forestal aérea por parcela.

En la figura 5, observamos el grafico de las cantidades de biomasa forestal aérea (tn/ha) donde se ve que las parcelas con mayores toneladas de biomasa por hectárea, siendo estas las parcelas 3, 13 y 18 con 22,69tn/ha, 36,83tn/ha y 24,92tn/ha respectivamente.

4.3. Estimación de carbono almacenado

Tabla 7. Carbono almacenado de *J. neotropica*.

N° de parcela	Carbono Almacenado (Tn/ha)	N° de parcela	Carbono Almacenado (Tn/ha)
1	1,72	13	18,41
2	2,41	14	1,82
3	11,34	15	7,75
4	1,46	16	5,79
5	5,86	17	8,97
6	7,67	18	12,46
7	3,12	19	0,60
8	6,43	20	3,94
9	9,08	21	1,99
10	4,86	22	1,35
11	2,93	23	4,40
12	8,82	24	6,18
Promedio		5,81	

En la tabla 7, se observan los promedios de carbono almacenado en la zona aérea (Tn/ha), encontrando que en el bosque de Pagay – Yamango se ha

almacenado 5,81 tn/ha de carbono almacenado, dando un total de 1162,37 tn de carbono almacenado en la biomasa forestal en las 200 ha del bosque de Pagay – Yamango.

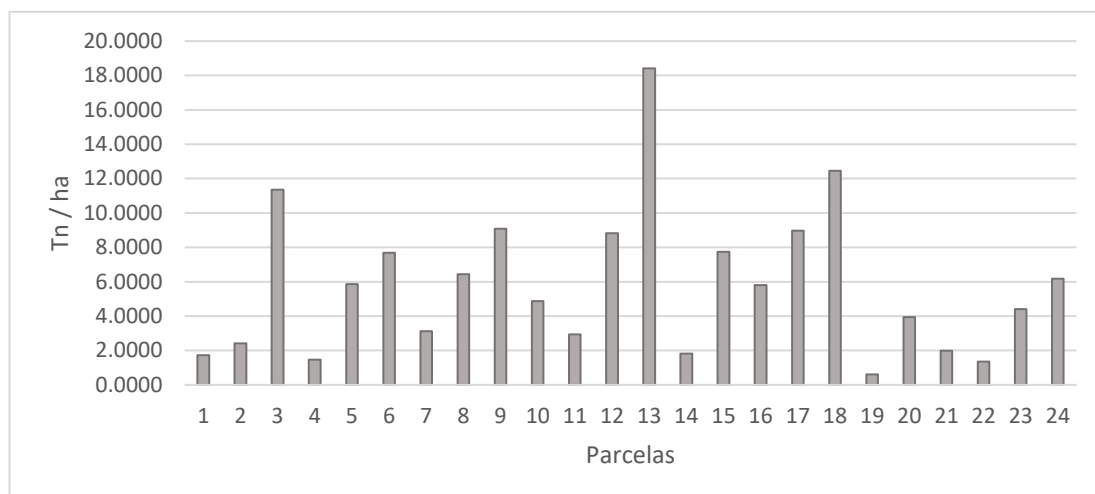


Figura 6. Estimación de carbono almacenado por parcela.

En la figura 6, observamos el grafico de las cantidades de carbono almacenado (tn/ha) donde se ve que las parcelas con mayores toneladas de biomasa por hectárea, siendo estas las parcelas 3, 13 y 18 con 11,34tn/ha, 18,41tn/ha y 12,46tn/ha respectivamente.

4.4. Estimación de CO₂ equivalente

Tabla 8. Estimación de CO₂ equivalente de *J. neotropica*.

Nº de parcela	Estimación de CO ₂ equivalente/ha	Nº de parcela	estimación de CO ₂ equivalente/ha
1	6,31	13	67,52
2	8,85	14	6,68
3	41,60	15	28,42
4	5,38	16	21,25
5	21,50	17	32,92
6	28,15	18	45,70
7	11,46	19	2,20
8	23,58	20	14,46
9	33,33	21	7,30
10	17,84	22	4,98
11	10,76	23	16,16
12	32,35	24	22,67
Promedio		21,312	

En la tabla 8, se observan los promedios de las estimaciones de CO₂ equivalente asimilada (Tn/ha), encontrando que en el bosque de Pagay – Yamango se ha asimilado en promedio 21,31 tn/ha de CO₂ equivalente en la biomasa forestal aérea de la especie nogal (*J. neotropica*), dando un total de 4262,4 tn de CO₂ asimilado en la biomasa forestal en las 200 ha.

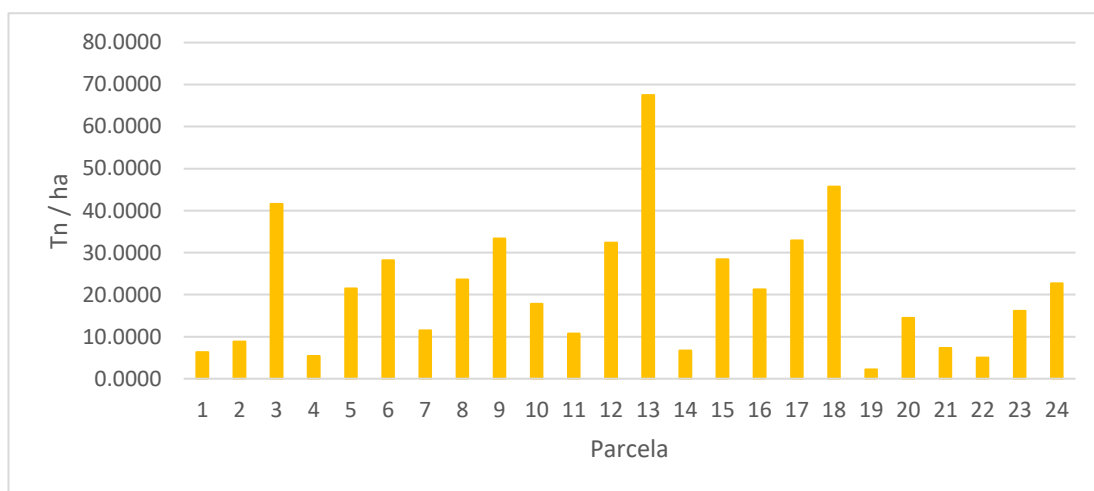


Figura 7. Estimación de CO₂ equivalente por parcela.

En la figura 7, observamos el gráfico de las cantidades de biomasa forestal aérea (tn/ha) donde se ve que las parcelas con mayores toneladas de biomasa por hectárea, siendo estas las parcelas 3, 13 y 18 con 4,60tn/ha, 67,55tn/ha y 45,70tn/ha individuos respectivamente.

4.5. Discusión

En el inventario se encontraron 150 individuos de (*J. neotropica*) con una densidad de 25ind/ha, de los cuales se tomó datos dasómetros como la altura y el DAP, obteniendo alturas mínimas de 2,22m hasta individuos de 20,90m, sin embargo, no llegan a su altura óptima que sería entre 25 a 30m (Ramírez & Kallarackal, 2021), esto podría deberse a la altitud, debido a que se reporta que su crecimiento óptimo es de 1800 a 2800 msnm (Toro Vanegas & Roldan Rojas, 2018) y esta investigación se está dando en una localidad a 1654msnm. Sin embargo, en el caso del DAP se encontraron valores entre 0,04m hasta 0.92m siendo datos menores a lo que reporta como valores óptimos para esta especie (Ramírez & Kallarackal, 2021; Toro Vanegas & Roldan Rojas, 2018).

Con estos datos de altura y DAP se realizaron los cálculos de área basal y volumen, para el volumen se usó el factor de forma obtenido en López Narváez (2023), dándonos un total de 1,91 m²/ha y 18,59 m³/ha de área basal y volumen respectivamente, llegando a encontrar individuos con un área de basal de hasta 0,66m² e individuos con volúmenes de hasta 9,79m³.

Se estimó la biomasa forestal usando una densidad de la madera de 0,5tn/m³ (Toro Vanegas & Roldan Rojas, 2018), del cual obtenemos 11,62 tn/ha de biomasa forestal aérea del cual se puede calcular que almacena aproximadamente 5,81 tn/ha de carbono almacenado en la biomasa forestal aérea de la especie nogal (*J. neotropica*), dando un total de 1162,37 tn de carbono almacenado en la biomasa forestal en las 200 ha del bosque de Pagay – Yamango. Por lo cual se estima que se ha asimilado aproximadamente 21,31 tn/ha de CO₂ equivalente en la biomasa forestal aérea de la especie nogal (*J. neotropica*) debido al factor de 3,67 invariable se es posible estimar la conversión de carbono en CO₂ como se ve usarse en Coveñas Jacinto (2021).

Rengifo Trigozo et al. (2021) en su investigación evaluaron el carbono total almacenado en la plantación de *J. neotropica* con diferencias de alturas, encontrando que la biomasa aérea total en la plantación del estrato altitudinal 787 msnm, alcanzaron el valor máximo de 2,34 tn en promedio, seguida de la plantación establecida en 1153 msnm. con un valor de 1,77 tn en promedio y la parcela situada a 1455 msnm. con un valor de 1,63 tn en promedio. El centro poblado de Pagay – Yamango se encuentra a 1654 msnm y encontramos un valor de 2,29 tn en promedio siendo este mayor a lo encontrado en plantaciones esto podría deberse a las condiciones climáticas favorables de la zona para el crecimiento de esta especie. Diferentes condiciones climáticas afectan la madera de *J. neotropica* como se describe en Alvarez Calderon (2023).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se estimó el stock de carbono almacenado en la parte aérea de la especie forestal Nogal (*J. neotropica*) en los bosques húmedos de Pagay – Yamango, usando las características dasométricas colectadas en campo.

En el bosque húmedo de Pagay – Yamango, se inventariaron 150 individuos de Nogal (*J. neotropica*), donde se encontró una densidad poblacional de 25 ind/ha, además se encontraron alturas que oscilaron entre 2,20 – 20,90; mientras que los DAP se encontró individuos de hasta 0,92 m

Con estos datos se estimó la cantidad de carbono, encontrando 5,81 tn/ha de carbono almacenado en la biomasa forestal aérea de Nogal (*J. neotropica*), dando un total de 1162tn de carbono almacenado en 200ha evaluadas, lo que da un aproximado de 4262tn de CO₂ equivalente asimilado solo por la especie forestal Nogal (*J. neotropica*) en el bosque de Pagay – Yamango.

Este bosque tiene un gran potencial gracias a la especie forestal Nogal (*J. neotropica*) que posee una gran capacidad para el almacenamiento de carbono en su biomasa.

5.2. Recomendaciones

Realizar investigaciones sobre la captura de carbono de otras especies nativas presentes en los bosques húmedos de Pagay. Además, incluir la evaluación de la raíz y su capacidad para almacenar carbono.

Aumentar las áreas de estudio incluyendo todo el bosque húmedo de la zona.

Evaluar la regeneración natural de la especie forestal Nogal (*J. neotropica*), así como su importancia ecológica y que servicios ecológicos provee.

Elaborar planes, programas y proyectos que ayuden a la conservación y recuperación del nogal en el Distrito de Yamango.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarez Calderon, E. V. (2023). Influencia climática en la anatomía de la madera de *Juglans neotropica* en un bosque de montaña montano, Chanchamayo - Perú [Tesis de pregrado, Universidad Continental]. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/12793>
- Busch, J., Engelmann, J., Cook-Patton, S. C., Griscom, B. W., Kroeger, T., Possingham, H., & Shyamsundar, P. (2019). Potential for low-cost carbon dioxide removal through tropical reforestation. *Nature Climate Change*, 9, 463–466. <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0485-x>
- Coveñas Jacinto, S. A. (2021). Evaluación de carbono en la biomasa de una especie nativa higuerón colorado (*Ficus cuatrecasana*) en el bosque de neblina Tamboya-Morropón-Piura [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/79499>
- Ding, Y.-M., Pang, X.-X., Cao, Y., Zhang, W.-P., Renner, S. S., Zhang, D.-Y., & Bai, W.-N. (2023). Genome structure-based Juglandaceae phylogenies contradict alignment-based phylogenies and substitution rates vary with DNA repair genes. *Nature Communications*, 14, 617. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-36247-z>
- Eduarte, E., & Segura, M. (2019). Determinación de carbono utilizando la calorimetría (Nota técnica). *Revista de Ciencias Ambientales*, 15(2), 54–55. <https://doi.org/10.15359/rca.15-1.6>
- Fawzy, S., Osman, A. I., Doran, J., & Rooney, D. W. (2020). Strategies for mitigation of climate change: a review. *Environmental Chemistry Letters* 18, 2069–2094. <https://doi.org/10.1007/S10311-020-01059-W>
- Gabrielli, P., Gazzani, M., & Mazzotti, M. (2020). The Role of Carbon Capture and Utilization, Carbon Capture and Storage, and Biomass to Enable a Net-Zero-

CO 2 Emissions Chemical Industry. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 59(15), 7033–7045. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.9b06579>

Jia, X., Han, H., Feng, Y., Song, P., He, R., Liu, Y., Wang, P., Zhang, K., Du, C., Ge, S., & Tian, G. (2023). Scale-dependent and driving relationships between spatial features and carbon storage and sequestration in an urban park of Zhengzhou, China. *Science of The Total Environment*, 894, 164916. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164916>

Lewis, S. L., Wheeler, C. E., Mitchard, E. T. A., & Koch, A. (2019). Restoring natural forests is the best way to remove atmospheric carbon. *Nature*, 568, 25–28. <https://doi.org/10.1038/d41586-019-01026-8>

Liu, D., Guo, X., & Xiao, B. (2019). What causes growth of global greenhouse gas emissions? Evidence from 40 countries. *Science of The Total Environment*, 661, 750–766. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.197>

López Narváez, A. L. (2023). Determinación del factor de forma de Juglans neotropica diels en predio universitario Yuyucocha. Imbabura, Ecuador [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14237>

Mikhaylov, A., Moiseev, N., Aleshin, K., & Burkhardt, T. (2020). Global climate change and greenhouse effect. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 7(4), 2897–2913. [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4\(21\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4(21))

MINAM. (2015). Guía de inventario de la flora y vegetación. Ministerio del Ambiente, Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.

Nunes, L. J. R., Meireles, C. I. R., Gomes, C. J. P., & Ribeiro, N. M. C. A. (2019). Forest Management and Climate Change Mitigation: A Review on Carbon Cycle Flow Models for the Sustainability of Resources. *Sustainability*, 11(19), 5276. <https://doi.org/10.3390/SU11195276>

Ortiz-Ceballos, G. C., Vargas-Mendoza, M., Ortiz-Ceballos, A. I., Mendoza Briseño, M., & Ortiz-Hernández, G. (2020). Aboveground Carbon Storage in Coffee Agroecosystems: The Case of the Central Region of the State of Veracruz in Mexico. *Agronomy*, 10(3), 382. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030382>

- Palacios Vega, J. J., Zárate-Gómez, R., Minaya Vela, R. J., Martín Brañas, M., & Benavides Rios, J. E. (2020). Predicción de la pérdida de la cobertura vegetal por aumento de áreas urbanas en Iquitos, Perú. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 7(1), 37–50. <https://doi.org/10.22386/ca.v7i1.263>
- Panja, P. (2021). Deforestation, Carbon dioxide increase in the atmosphere and global warming: A modelling study. *International Journal of Modelling and Simulation*, 41(3), 209–219. <https://doi.org/10.1080/02286203.2019.1707501>
- Phillips, O. L., Malhi, Y., Higuchi, N., Laurance, W. F., Núñez, P. V., Vásquez, R. M., Laurance, S. G., Ferreira, L. V., Stern, M., Brown, S., & Grace, J. (1998). Changes in the Carbon Balance of Tropical Forests: Evidence from Long-Term Plots. *Science*, 282(5388), 439–442. <https://doi.org/10.1126/science.282.5388.439>
- Quiroga Velasquez, J. del R. (2019). Propuesta del sistema local de gestión ambiental para la municipalidad distrital de Morropón - Piura, noviembre 2017 - Mayo 2018 [Tesis de pregrado, Universidad Alas Peruanas]. <https://hdl.handle.net/20.500.12990/8490>
- Ramírez, F., & Kallarackal, J. (2021). The phenology of the endangered Nogal (*Juglans neotropica* Diels) in Bogota and its conservation implications in the urban forest. *Urban Ecosystems*, 24(6), 1327–1342. <https://doi.org/10.1007/s11252-021-01117-3>
- Ramírez López, J. L., Oyos Proaño, E. A., & Chagna Avila, E. J. (2019). Almacenamiento de carbono en plantaciones de *Juglans neotropica* Diels, con y sin asocio de *Coffea arabica* L. *Ciencia y Tecnología*, 12(2), 73–80. <https://doi.org/10.18779/cyt.v12i2.330>
- Ramos Veintimilla, R. A., Vera Vélez, R., Grijalva Olmedo, J. E., & Ramos Veintimilla, M. R. (2022). Biomasa anhidra en plántulas de *Juglans neotropica* Diels, en la etapa de vivero. *AlfaPublicaciones*, 4(3.2), 97–114. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i3.2.280>
- Rengifo Trigozo, J. P., Oré Cierito Luis Eduardo, Loarte Aliaga, W. C., & Oré Cierito, J. D. (2021). Carbon stored in forest plantations in The Mariano Dámaso

- Beraún District, Huánuco - Perú. *Yotantsipanko*, 1(2), 32–43.
<https://doi.org/https://doi.org/10.54288/yotantsipanko.v1i2.6>
- Seyedabadi, M. R., Eicker, U., & Karimi, S. (2021). Plant selection for green roofs and their impact on carbon sequestration and the building carbon footprint. *Environmental Challenges*, 4, 100119.
<https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100119>
- Shahbazi, A., & Rezaei Nasab, B. (2016). Carbon Capture and Storage (CCS) and its Impacts on Climate Change and Global Warming. *Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology*, 7(4), 291. <https://doi.org/10.4172/2157-7463.1000291>
- Sothe, C., Gonsamo, A., Arabian, J., Kurz, W. A., Finkelstein, S. A., & Snider, J. (2022). Large Soil Carbon Storage in Terrestrial Ecosystems of Canada. *Global Biogeochemical Cycles*, 36(2). <https://doi.org/10.1029/2021GB007213>
- Sun, W., & Liu, X. (2020). Review on carbon storage estimation of forest ecosystem and applications in China. *Forest Ecosystems*, 7(1), 4.
<https://doi.org/10.1186/s40663-019-0210-2>
- Toro Vanegas, E., & Roldan Rojas, I. C. (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>
- UICN. (1998). Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN.
<https://www.iucnredlist.org/species/32078/9672729#assessment-information>
- Vanlerberghe, G. C., Dahal, K., Alber, N. A., & Chadee, A. (2020). Photosynthesis, respiration and growth: A carbon and energy balancing act for alternative oxidase. *Mitochondrion*, 52, 197–211.
<https://doi.org/10.1016/j.mito.2020.04.001>
- Warr, L. N. (2022). Earth's clay mineral inventory and its climate interaction: A quantitative assessment. *Earth-Science Reviews*, 234, 104198.
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104198>

VII. ANEXOS

Anexos 1. Panel fotográfico



Figura 8. Semilla de Nogal



Figura 9. Medición de alturas.



Figura 10. Estaca para delimitación de parcela.



Figura 11. Toma de coordenadas geográficas de cada individuo.



Figura 12. Toma de coordenadas



Figura 13. Delimitación de parcelas.



Figura 8. Toma de DAP de cada individuo.

Anexos 2. Fichas de campo

Titulo:	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>juglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.			
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega			
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios			

Formato de registro de datos.

Provincia: <i>MORROPÓN</i>	Caserío: <i>PAGAY</i>	Parcela N°: <i>01</i>	Coordenadas del centroide	
			X	Y
			<i>0642452</i>	<i>9431304</i>
Distrito: <i>YOMBINGO</i>	Departamento: <i>PIURA</i>	Fecha: <i>17-06-23</i>	Hora: <i>9:16 AM</i>	

N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
<i>01</i>	<i>0642437</i>	<i>9431275</i>	<i>1.30</i>	<i>8 m</i>	
<i>02</i>	<i>0642451</i>	<i>9431282</i>	<i>0.80</i>	<i>2.20</i>	
<i>03</i>	<i>0642459</i>	<i>9431296</i>	<i>1.25</i>	<i>9. m</i>	
				<i>13.20 m</i>	

06/22/2023, 06:54

Figura 9. Ficha de campo de la parcela 1.

Título		El presente informe fue elaborado en la zona centro de la Reserva Forestal Nacional "El Estero de los Hornos" - Páramo de Páramo - Páramo de Páramo - Páramo de Páramo			
Autor		Est. Edgard Alberca Noriega			
Asesor		Dr. Eber Herrera Palacios			

Formato de registro de datos.

Provincia: <i>MORONA</i>	Caserio: <i>PÁRAMO</i>	Parcela N°: <i>02</i>	Coordenadas del centroide		
			X <i>0642331</i>	Y <i>9431228</i>	
Distrito: <i>V. DRYNCO</i>	Departamento: <i>PIURA</i>	Fecha: <i>12.06.23</i>	Hora: <i>10:41 AM</i>		
N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
<i>01</i>	<i>0642330</i>	<i>9431230</i>	<i>1.10</i>	<i>13.20 M.</i>	
<i>02</i>	<i>0642326</i>	<i>9431233</i>	<i>1.37</i>	<i>10.60</i>	
<i>03</i>	<i>0642320</i>	<i>9431240</i>	<i>1.14</i>	<i>15.</i>	<i>REGENERACIÓN NATURAL</i>
<i>04</i>	<i>0642326</i>	<i>9431241</i>	<i>0.20</i>	<i>6</i>	

06/22/2023, 06:54

Figura 10. Ficha de campo de la parcela 2.



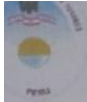
Título:	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>Junglas neotropics</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor:	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor:	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del centroide		
MORROPÓN	PAGAY	04	X	Y	
			0642534	9431436	
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:		
MORROPÓN	PIURA	17-06-23	2:15 PM		
N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0642533	9431437	0.13	9.50	
02	0642526	9431430	0.90	8	
03	0642527	9431435	1.05	14	

06/22/2023, 06:55

Figura 12. Ficha de campo de la parcela 4.



Título.	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>juglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.


Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del centroide		
Morropón	Pagay	05	X	Y	
			0642506	9431448	
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:		
Yamango	Piura	17-06-23	4:20 PM.		
N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0642506	9431448	1.42	18.30	
02	0642500	9431450	1.30	15.10	
03	0642497	9431452	1.25	16.20	
04	0642509	9431447	0.70	4.40	

06/22/2023, 06:55


Figura 13. Ficha de campo de la parcela 5.

Est. Edgard

Autor



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES - FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS-IFMA**



Titulo.	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>junglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del centroide	
Morropón	Pagay	07	X	Y
			0642347	9431496
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:	
Yamanga	Piura	18-06-23	8:20 AM	

N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0642345	9431502	1.20	14.80	
02	0642347	9431494	0.75	15.30	
03	0642351	9431487	1.17	11.30	
04	0642347	9431482	0.40	8.70	

06/22/2023, 06:55

Figura 15. Ficha de campo de la parcela 7.



Titulo:	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>juglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del centroide		
		08	X	Y	
			0641596	9430133	
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:		
		18-06-2023	10:15 AM		
N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0641609	9430133	0.80	7.40	
02	0641603	9430134	1.30	11.06	
03	0641601	9430133	1.80	15.10	
04	0641603	9430134	0.70	6.40	
05	0641601	9430129	0.85	8.50	
06	0641600	9430130	0.60	6.50	
07	0641603	9430127	1.10	10.13	

06/22/2023, 06:55

Figura 16. Ficha de campo de la parcela 8.

Autor

Est. Edgard Alberca Noriega

AGRARIAS-IFMA

Título.	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>juglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del - centroide		
		09	X	Y	
			0641098	9429470	
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:		
		18-06-2023	11:20 PM		
N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0641103	9429472	1.40	15.31	
02	0641098	9429483	0.75	10.20	
03	0641094	9429493	0.99	11.30	
04	0641091	9429489	1.10	16.00	
05	0641088	9429486	1.30	14.00	
06	0641086	9429478	0.73	9.70	
07	0641088	9429484	1.45	10	
08	0641084	9429475	1.12	15.90	

06/22/2023, 06:55

Figura 17. Ficha de campo de la parcela 9.



Título:	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>juglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del centroide		
		11	X	Y	
			0641382	9429139	
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:		
		19-06-2023	7:10 AM		
N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0641380	9429141	00.41	4.15	
02	0641381	9429137	1.04	14.37	
03	0641383	9429138	01.18	03.70	
04	0641380	9429139	00.63	07.31	
05	0641377	9429138	00.43	07.91	
06	0641373	9429137	00.37	03.90	
07	0641375	9429136	00.89	08.00	
08	0641369	9429134	00.31	08.10	
09	0641370	9429132	00.81	12.30	
10	0641365	9429131	00.37	04.05	
11	0641358	9429132	00.55	11.07	
12	0641361	9429135	00.66	8.20	

06/22/2023, 06:56

Figura 19. Ficha de campo de la parcela 11.

Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (*junglas neotropica*) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES - FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS-IFMA

Título.	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>junglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.


Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del centroide	
		12	X	Y
			0641331	9429140
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:	
		19-06-2023	8:25 AM	

N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0641327	9429143	10.35	11.10	
02	0641332	9429143	12.30	10.05	
03	0641329	9429138	10.25	12.20	
04	0641331	9429134	09.90	9.15	
05	0641330	9429135	10.05	9.85	
06	0641329	9429127	09.31	03.90	
07	0641330	9429131	09.79	8.80	
08	0641331	9429129	10.31	12.80	
09	0641335	9429130	09.36	7.05	
10	0641333	9429128	09.21	05.05	
11	0641343	9429126	10.02	11.03	
12	0641346	9429121	09.53	09.40	
13	0641335	9429120	09.26	07.10	
14	0641349	9429117	09.73	19.02	
15	0641351	9429117	09.33	06.04	


06/22/2023, 06:56

Figura 20. Ficha de campo de la parcela 12.

Estimación de carbono almacenado



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES - FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS-IFMA



Titulo:	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>Junglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay - Moropón - Piura.
Autor:	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor:	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del centroeide	
		13	X	Y
			064026	742919
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:	
		19-06-23	9:50 AM	

N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	064025	7429183	6.70	18.30	
02	064027	7429188	1.27	19.06	
03	064028	7429183	1.19	16.60	
04	064035	7429188	1.47	20.05	
05	064038	7429191	0.77	14.73	
06	064030	7429184	2.11	20.90	
07	064039	7429197	0.77	18.06	
08	064024	7429194	0.93	18.01	
09	064024	7429198	0.93	20.10	

06/22/2023, 06:56

Figura 21. Ficha de campo de la parcela 13.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES - FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS-IFMA

Titulo.	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>juglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del centroide	
		14	X	Y
			0641234	9429180
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:	
		19-06-23	10:40 AM	

N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0641253	9429174	0.50	06.99	
02	0641252	9429166	0.70	06.09	
03	0641244	9429164	0.69	06.10	
04	0641243	9429159	0.91	07.02	
05	0641230	9429179	0.93	07.15	
06	0641228	9429182	0.77	06.10	
07	0641227	9429183	0.41	05.90	
08	0641227	9429184	0.39	03.60	
09	0641226	9429183	0.81	07.80	

Figura 22. Ficha de campo de la parcela 14.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES - FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS-IFMA

Titulo.	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>junglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.		
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega		
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios		

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°: <i>18</i>	Coordenadas del centroide	
			X <i>0640351</i>	Y <i>9428926</i>
Distrito:	Departamento:	Fecha: <i>19-06-23</i>	Hora: <i>12.50 PM</i>	

N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
<i>01</i>	<i>0640352</i>	<i>9428927</i>	<i>0.46</i>	<i>01.05</i>	
<i>02</i>	<i>0640343</i>	<i>9428935</i>	<i>0.40</i>	<i>03.30</i>	
<i>03</i>	<i>0640345</i>	<i>9428927</i>	<i>1.90</i>	<i>15.20</i>	
<i>04</i>	<i>0640340</i>	<i>9428923</i>	<i>1.20</i>	<i>14.10</i>	
<i>05</i>	<i>0640348</i>	<i>9428930</i>	<i>0.90</i>	<i>11.76</i>	

Figura 24. Ficha de campo de la parcela 16.

Título:	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>junglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del centroide		
Morropón	PAGAY	18	X	Y	
			0640735	9428966	
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:		
YANINAGO	PIURA	20-06-23	7:30 AM		
N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0640734	9428966	0.30	5.40	
02	0640735	9428962	0.17	3.20	
03	0640731	9428960	0.25	4.25	
04	0640735	9428955	0.37	7.05	
05	0640737	9428956	0.21	03.90	
06	0640735	9428961	0.16	2.90	
07	0640736	9428962	0.55	7.80	
08	0640732	9428960	0.16	4.10	
09	0640733	9428965	1.53	9.75	
10	0640735	9428969	0.33	4.05	
11	0640735	9428970	0.19	3.85	
12	0640735	9428966	0.29	5.20	
13	0640739	9428965	0.12	4.60	
14	0640739	9428974	0.35	5.15	
15	0640742	9428980	1.90	16.15	

Figura 26. Ficha de campo de la parcela 18.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES - FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS-IFMA

Titulo:	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>juglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del centroide		
		19.	X	Y	
			0640758	9429012	
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:		
		20-06-23	8:10 AM		
N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0640756	9429009	0.39	10.90	
02	0640757	9429005	0.19	5.85	
03	0640750	9429004	0.15	6.05	
04	0640758	9429019	0.17	5.14	
05	0640758	9429023	0.70	10.95	
06	0640755	9429021	0.40	9.15	

Figura 27. Ficha de campo de la parcela 19.




Título:	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>Junglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del centroide		
		21	X	Y	
			0640881	9429193	
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:		
		21-06-23	9:30 AM		
N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0640894	9429214	0.50	8.10	
02	0640888	9429199	0.29	3.75	
03	0640893	9429208	0.38	6.25	
04	0640891	9429206	0.50	5.30	
05	0640890	9429203	0.46	4.30	
06	0640888	9429197	0.19	4.15	
07	0640883	9429196	0.29	5.10	
08	0640881	9429192	1.23	6.10	
09	0640880	9429191	1.28	7.15	
10	0640874	9429182	0.53	8.75	

06/22/2023, 06:57

Figura 29. Ficha de campo de la parcela 21.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES - FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS-IFMA

Titulo.	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>junglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°: 22	Coordenadas del centroide	
			X 06410996	Y 9429137
Distrito:	Departamento:	Fecha: 21-06-23	Hora: 11:30AM	

N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0640996	9429133	0.52	06.50	
02	0641005	9429132	0.45	07.10	
03	0641012	9429131	0.51	8.15	
04	0641014	9429129	0.60	9.10	
05	0641016	9429130	0.41	05.16	
06	0641005	9429132	0.95	12.05	

06/22/2023, 06:57

Figura 30. Ficha de campo de la parcela 22.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES - FACULTAD DE CIENCIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES - FACULTAD DE CIENCIAS
AGRARIAS-IFMA

Título.	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>juglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°:	Coordenadas del centroide	
		23	X	Y
			0640736	9429101
Distrito:	Departamento:	Fecha:	Hora:	
		21-06-23	2:00 PM	

N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0640736	9429089	0.21	31.30	
02	0640737	9429100	1.29	12.59	
03	0640740	9429101	1.43	15.61	
04	0640749	9429103	1.02	17.43	

06/22/2023, 06:57

Figura 31. Ficha de campo de la parcela 23.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES - FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS-IFMA

Título.	Estimación de carbono almacenado en la parte aérea de la especie Forestal nogal (<i>juglas neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Morropón - Piura.
Autor	Est. Edgard Alberca Noriega
Asesor	Dr. Eber Herrera Palacios

Formato de registro de datos.

Provincia:	Caserío:	Parcela N°: 24	Coordenadas del centroide		
			X 0640486	Y 9428943	
Distrito:	Departamento:	Fecha: 21-06-2023	Hora: 4:00 PM		
N° Árbol	Coordenadas		Diámetro(cm)	Altura(m)	Observaciones
	x	y			
01	0640486	9428941	0.69	7.32	
02	0640464	9428942	1.37	12.61	
03	0640472	9428954	2.01	16.18	

Figura 32. Ficha de campo de la parcela 24.

Anexos 3. Matriz de consistencia.

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
¿Cuál es el stock de carbono almacenado en la parte aérea de la especie forestal Nogal (<i>J. neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Yamango?	Estimar el stock de carbono almacenado en la parte aérea de la especie forestal Nogal (<i>J. neotropica</i>) en los bosques húmedos de Pagay – Yamango.	Es posible determinar el stock de carbono almacenado en la parte aérea de la especie forestal Nogal (<i>J. neotropica</i>) en el bosque humedo Pagay – Yamango.	Altura DAP Área basal Volumen	Biomasa forestal (tn/ha) Carbono (tn/ha) CO ₂ equivalente	Inventario forestal Ecuación alométricas