



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Pago de servicios ambientales por almacenamiento de CO_2e en la
comunidad de aguajales de Alto Mayo Rio Avisado -Tingana De
Moyobamba, San Martín**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

Autor:

VENEGAS SUASNABAR, José Ismael

Asesor:

Dr. BENITES ALFARO, Elmer

Línea de investigación:

Gestión de Riesgos y adaptación al cambio climático

LIMA-PERU

2018 -I

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
 (a).....VENEGAS SUASNABAR JOSE ISMAEL.....
 cuyo título es: PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES POR ALMACENAMIENTO
DE CO₂ EN LA COMUNIDAD DE AGUAJALE DE ATO TAYO
RIO AUCADO - TINCANIA DE SIYOGARBA SAN MARTIN.....

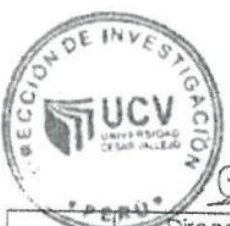
Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
 el estudiante, otorgándole el calificativo de: 16.....(número)
DECESES.....(letras).

Los Olivos21.....de.....JULIOdel 20..18

.....
 PRESIDENTE
 Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo

.....
 SECRETARIO
 Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio

.....
 VOCAL
 Dr. Elmer Benites Alfaro



Elaboro	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios y a mis padres por darme la oportunidad de vivir y brindarme su apoyo en momentos muy difíciles para mí.
A mis hijos por ser el motivo de inspiración para seguir adelante con este desarrollo de tesis la cual ellos fueron fundamental para seguir adelante a pesar de todo.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por su constante apoyo y fortaleza para seguir siempre adelante.

A mis padres por sus consejos y apoyo.
A Paola por ser la compañera que me acompaño y me brindo todo su apoyo en todo este proceso de lograr este objetivo.

A mi padrino Teodomiro por sus consejos en momentos determinantes de mi vida.

A los pobladores de Tingana por su apoyo y brindarme su hospitalidad que fueron: Bercelia , Rosi, Santos ,Jorge Benito y mi estimado amigo Anderson.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, VENEGAS SUASNABAR, José Ismael, con DNI N° _41906636, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo declaro también, bajo juramento, que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Los Olivos Julio del 2018.

.....

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “**Pago de Servicios Ambientales Por Almacenamiento de CO_2 en la Comunidad de Aguajales de Alto Mayo rio Avisado - Tingana de Moyobamba**”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Ambiental

El autor

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en un ecosistema inundable (pantano) “aguajal” ubicado en el área de conservación ADECARAM-Tingana, en la provincia de Moyobamba en la región San Martín. El objetivo fue determinar el pago por servicios ambientales en base al almacenamiento de CO_{2e} por la biomasa aérea en un aguajal en Tingana. El método fue descriptivo mediante un muestreo no destructivo con el uso de fórmulas alométricas para estimar la biomasa aérea y la cantidad de carbono fijado. La zona de estudio corresponde a un ecosistema de pantano conocido como aguajal denso debido a la cantidad de individuos adultos de la palmera “aguaje” *Mauritia flexuosa*. Se reportaron 646 individuos agrupados en 15 familias, 18 géneros y 18 especies respectivamente. la familia *Arecaceae* (*Mauritia flexuosa*, *Oenocarpus mapora* y *Euterpe precatoria*) tiene 296 individuos (46%) del total de la abundancia registrada en Tingana para individuos con DAP > 10 cm. Otras familias con una abundancia considerable fueron *Clusiaceae* y *Myristicaceae* con 182 y 100 individuos respectivamente. Se estimó que el pago por el servicio ambiental de fijación de carbono en el aguajal de Tingana es de 1556.90 dólares americanos por hectárea.

Palabras claves: almacenamiento de CO_{2e} estructura horizontal, estructura vertical, Tingana.

ABSTRACT

The present research work was carried out in a flooded ecosystem (swamp) "aguajal" located in the conservation area ADECARAM-Tingana, in the province of Moyobamba in the San Martín region. The objective was to determine the payment for environmental services based on the storage of CO_{2e} by aerial biomass in an aguajal in Tingana. The method was descriptive through a non-destructive sampling with the use of allometric formulas to estimate the aerial biomass and the amount of carbon fixed. The study area corresponds to a swamp ecosystem known as dense aguajal due to the number of adult individuals of the "aguaje" palm *Mauritia flexuosa*. We reported 646 individuals grouped into 15 families, 18 genera and 18 species respectively. The Arecaceae family (*Mauritia flexuosa*, *Oenocarpus mapora* and *Euterpe precatoria*) has 296 individuals (46%) of the total abundance recorded in Tingana for individuals with $DBH > 10$ cm. Other families with a considerable abundance were Clusiaceae and Myristicaceae with 182 and 100 individuals respectively. It was estimated that the payment for the carbon fixation environmental service in Tingana aguajal is US \$ 1,556.90 per hectare.

Keywords: CO_{2e} storage horizontal structure, vertical structure, Tingana.

ÍNDICE

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	5
PRESENTACIÓN	6
RESUMEN	7
ABSTRACT	8
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Trabajos previos	13
1.3. Teorías relacionadas al tema	24
1.4. Formulación del problema	28
1.4.1. General	28
1.4.2. Específicos	28
1.5. Justificación del estudio	29
1.6. Hipótesis	30
Hipótesis General	30
Hipótesis Específicas	30
1.7.2 Objetivos Específicos	31
II.METODO.....	31
2.1. Diseño de Investigación	31
2.2. Tipo de estudio	31
2.3. Variables y Definición Operacional	33
2.4. Población y muestra	34
2.4.1. Población	34
2.4.3. Aspectos generales del área de estudio	34
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	34
2.5.1. Materiales y equipos	34
2.5.2. Metodología de recolección de datos	35

2.6 Instrumentos de recolección de datos	39
2.7. Métodos de análisis de datos	40
2.7.1. Análisis de datos	40
2.8. Aspectos éticos	41
III. RESULTADOS	42
3.1. Características de la zona de estudio	42
3.2. Estructura y parámetros de la vegetación	43
Parámetros evaluados:	46
Biomasa	46
Fijación de Carbono	47
Por Especie	47
Por familia	48
Fijación de Carbono por hábito	49
3.3. Pago por servicios ambientales	49
3.4 Análisis estadístico	51
Pruebas de normalidad	51
Pruebas de regresión simple (Correlación de Pearson)	54
DAP vs Biomasa	55
Densidad de la madera vs Área basal	56
Carbono fijado vs Altura	57
Contrastación de Hipótesis General	58
Contrastación de Hipótesis específica 1	58
Contrastación de Hipótesis específica 2	58
Contrastación de Hipótesis específica 3	59
Análisis de componentes principales	59
IV. Discusión	61
V. Conclusiones	64
VI. Referencias Bibliográficas	65
ANEXOS.....	69

I. INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas inundables más conocidos como aguajales en el Perú se extienden en toda la cuenca amazónica, en países como: Brasil, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela; además de Guyana, Guyana francesa y Surinam. Nuestro país es el segundo con mayor superficie de bosques neotropicales en América, solamente siendo superado por Brasil; y el cuarto a nivel mundial. Sus más de 68 millones de hectáreas representan el 12.7% de los bosques amazónicos, albergan ecosistemas considerados entre los más ricos del mundo en diversidad biológica “hotspots”, además de gran diversidad cultural, recursos naturales y servicios ecosistémicos (Cárdenas 2012).

De acuerdo con el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, los ecosistemas amazónicos se extienden sobre 8 millones de km², representando los dos tercios de las selvas tropicales mundiales, y representa el 4,9% del área continental mundial. Es así que los bosques tropicales y sobre todo los ecosistemas de aguajal son el sustento de poblaciones aledañas a dicho bosques ya que todas las partes de la planta son aprovechadas: tronco para la construcción de viviendas, frutas para alimentación humana y fauna, hojas para los techos de viviendas, entre otras.

Los bosques amazónicos concentran grandes cantidades carbono, por lo que su importancia en la mitigación del cambio climático es primordial, llegando a almacenar más de 480 toneladas de dióxido de carbono por hectárea. De tres a cinco veces más que cualquier otro ecosistema tropical.

El principal problema que afecta a los ecosistemas amazónicos, y principalmente a los aguajales es la falta de un manejo sostenible debido a que en muchos lugares las palmeras son derribadas para la extracción de sus frutos, muy demandados en la zona. Otro de los factores que perjudican el ecosistema es la minería que se presenta con unos de las mayores amenazas en toda la región de Madre de dios. Por efectos a estos problemas se está llevando a una pérdida

significativa de uno de los sumideros de carbonos naturales que tiene la amazonia.

1.1. Realidad problemática

Problemas sociales y económicos son en la actualidad la base de la pirámide de todos los tipos de impactos ambientales negativos que existen a escala mundial. Se han configurado, de esta manera, una serie de problemas ambientales como derrames de sustancias tóxicas, deforestación, erosión de suelos, contaminación del aire, de aguas superficiales y subterráneas, cambio de uso de suelo y efecto invernadero, entre otros. Todos estos generados principalmente por políticas estatales con escasa visión sostenible de los recursos naturales.

La región San Martín, es a la fecha, la de mayor crecimiento sostenido del PBI en la última década, incluso superando zonas industriales de reconocida trayectoria como el sur peruano. Este territorio que muestra sus potencialidades enfocado principalmente en cultivos como el cacao, café, sacha inchi y arroz ha sufrido una fuerte migración desde fines de los años 70's, sufriendo un periodo de desertificación durante la época de violencia social del país; y recobrando con mayor intensidad su capacidad de salir del subdesarrollo principalmente por políticas enfocadas en cultivos alternativos desde fines de los 90's. De esta manera, el arroz y el maíz primero y luego el café, cacao y la piña se tornaron los cultivos bandera de la región, siendo que en la provincia de Lamas, por sus características climáticas y conocimiento de los cultivos por parte de las comunidades nativas, el cacao se ha posicionado como el cultivo bandera y es actualmente reconocido entre los tres mejores del mundo.

Esta situación conocida popularmente como "El milagro San Martín" ha llevado a que muchas de las poblaciones de la provincia salgan de la pobreza extrema en que se encontraban mediante un cultivo nativo, lo que resulta muy rescatable. Sin embargo, este "milagro" también ha originado una serie de impactos en el territorio, principalmente enfocados en la tenencia y uso del espacio, generando el cambio de uso de suelo de bosques a áreas donde se practica la agroforestería. Esto conlleva a que muchas de las zonas que antes eran pantanos son deforestadas y expuestas a elevadas temperaturas y al inclemente

sol de la zona con la finalidad de que el agua de esos terrenos se evapore para luego ser quemados y utilizados para el sembrío de cacao y otros productos como yuca, plátano, maíz y una serie de variedades de frijol. MINAM (2015) en su informe sobre el impacto de la deforestación a nivel amazónico, ubica a la región de San Martín en el primer lugar con aproximadamente 97200.58 hectáreas deforestadas en las provincias de: Moyobamba, San Martín, Lamas, Rioja, entre otras, como efecto del acelerado desarrollo demográfico de la región en la última década (GORESAM, 2014).

Toda esta actividad antropogénica está generando una serie de impactos en los bosques que aún quedan en las partes altas y bajas de la provincia (difícilmente accesibles por la alta cantidad de arcilla en los terrenos), teniendo una importancia significativa en lo que se refiere a la fijación de carbono mediante la captación de CO_2 atmosférico. Ante este panorama nos vemos en la necesidad de conocer estos bosques y estimar su importancia en lo que refiere a los servicios ambientales que prestan a las poblaciones aledañas.

Las actividades antropogénicas son el origen de casi todos los problemas ambientales que tenemos actualmente, entre ellas, el cambio de uso de suelo y la deforestación propician la liberación de grandes cantidades de Gases de Efecto invernadero (GEI), entre ellos el dióxido de carbono; generando el incremento de la temperatura a nivel global (IPCC, 2002).

Ante ello, nos vemos en la necesidad de estimar el almacenamiento de CO_2 en la biomasa aérea en los bosques inundables del Alto Mayo y el pago por estos servicios ambientales ya que son una gran fuente de oxígeno para la población.

1.2. Trabajos previos

Urrego et al. (2016) realizaron una investigación con *Mauritia Flexuosa* entre diciembre 2010 y noviembre 2012 en la Amazonía colombiana. Los autores obtuvieron su DAP registrado. Asimismo, se realizaron cálculos a fin de establecer la dinámica del bosque (tasa de reclutamiento y mortalidad) directa con la fijación de carbono y luego el pago de servicios ambientales. Se estableció

una parcela de 1 hectárea donde todas las especies de palmas con altura mayor a 14 m fueron medidas.

Llerena & Yalle (2014) hicieron una revisión sobre lo que se consideran servicios ambientales en el Perú basados en el clásico artículo publicado por Constanza et al. (1997). Los autores sostienen que en general, los servicios ambientales son “las consecuencias deseadas y felices del buen funcionamiento de los ecosistemas, los cuales tendrán un mejor desempeño y una mayor provisión de bienes y servicios ambientales en relación directa a su condición de prístinos o bien manejados”. Es decir, que cualquier eventual acción (natural y/o antrópica) en contra de estos ecosistemas con certeza reducirá su capacidad de aporte socio-ambiental. Entre los servicios que los autores mencionan con mayor relevancia se encuentran: la fijación de carbono de la atmósfera, mitigación de temperaturas extremas en los microclimas de sombra bajo el dosel, incremento de la capacidad de almacenamiento de agua con volúmenes más regulares y constantes y en forma más limpia, protección del suelo ante la erosión, estabilización de laderas, brindar paisajes y escenarios naturales, entre otros. Asimismo, hacen un comentario sobre la importancia del sector ambiental en la política peruana y como éste se ha posicionado en la esfera pública y privada generando mucha controversia especialmente en lo que respecta al otorgamiento de permisos o licencias ambientales. Se sugiere incorporar la variable climática en estrategias, planes y programas de desarrollo considerando además el diseño de mecanismos de prevención y remediación para suelos; así como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Finalmente, concuerdan con la propuesta de Landell-Mills & Porras (2002) que alude a los servicios ecosistémicos que califican para pago por servicios ambientales (PSA): captura y almacenamiento de carbono, servicios hidrológicos, belleza paisajística y biodiversidad, entre los más importantes.

Constanza et al. (1997) hacen una propuesta donde sugieren establecer ciertos parámetros a fin poder distinguir entre servicios, funciones y bienes ambientales o también conocidos por otros autores como ecosistémicos. Los autores mencionan que: 1) el hábitat, las propiedades biológicas y los procesos ambientales son derivados directamente de las funciones de los ecosistemas 2)

los servicios proporcionados por los ecosistemas, como el reciclaje hídrico y 3) los bienes ecosistémicos, como los alimentos y la madera, son beneficios que recibe la sociedad derivados de manera directa o indirecta de las funciones ambientales. Todo este proceso puede, en algunos casos, parecer muy simple pero en otros, resulta ser demasiado complejo. En el texto se cita como ejemplo un determinado tipo de bosque que puede ser fuente de alimentos y madera; pero también puede estar actuando en la regulación hídrica, control de erosión, mantenimiento de humedad, establecimiento de microclimas; además de contrarrestar los efectos del cambio climático con la fijación y captura de carbono proveniente de fuentes fijas y móviles cercanas o adyacentes a éstos. Todos esos procesos sumamente complejos para el común de la población resultan sumamente importantes cuando analizamos su contribución al bienestar de la población y que generalmente no son “observadas” debido a que generalmente no representan un valor monetario ni son comercializadas.

Hergualc’h et al. (2017) ponen en evidencia los procesos de degradación que sufren los pantanos de palmeras en la Amazonía peruana y los efectos de los mismos sobre la conservación de los servicios ecosistémicos que estos ecosistemas ofrecen. El estudio se realizó en áreas con distinto nivel de degradación: alta, media y baja dentro en dos áreas de la región Loreto. Para la recolección de datos se realizaron 9 parcelas de 50 x 50 m (2500 m²) con subparcelas de 10 x 10 m. Se tomaron datos de todos los individuos con DAP \geq 10cm: altura (m), circunferencia (cm) y ubicación. Se utilizaron fórmulas alométricas e imágenes LandSat. El análisis estadístico se plasmó mediante el programa Statgraphics Centurion. Los resultados sugieren que a mayor degradación el número de árboles es mayor en demerito de palmeras y que el diámetro de estos árboles por lo general es menor a 30cm, sin efectos significativos sobre su diámetro de acuerdo al nivel de degradación. El mismo efecto tuvo el nivel de perturbación sobre la biomasa de palmeras, disminuyendo de 72% a 40% y 9% en ambientes medianamente y altamente degradados respectivamente; comportamiento inverso a la altura de los ejemplares. Es importante resaltar el nivel de participación de las turberas en el almacenamiento de grandes cantidades de carbono. Los resultados sugieren que la degradación

de los bosques evaluados se evidencia por un cambio en la estructura del bosque, de la vegetación dominante; así como en la reducción de las reservas de biomasa.

Honorio et al. (2015) sostienen que los bosques inundables de la Amazonía peruana son diversos, además de presentar una dinámica muy particular. Estos bosques son muy extensos y se ubican en toda la cuenca amazónica. Sin embargo, se encuentran sumamente amenazados por actividades antropogénicas y de cambio climático. El estudio desarrollado por los autores tuvo como objetivo determinar la diversidad de la vegetación, su estructura y la cantidad de carbono almacenado en dichos bosques (estacionalmente inundados y pantanosos) en la región Loreto. El método consistió en establecer 17 parcelas de 0.5 hectárea donde se evaluaron todos los individuos con diámetro mayor a 10 cm. Para la estimación de la biomasa aérea y necromasa y la fijación de carbono se utilizaron ecuaciones alométricas. Los resultados sugieren que ambos tipos de bosques presentan valores similares en lo que respecta a fijación de carbono tanto en biomasa aérea como en necromasa con 105.6 -327.8 Mg C/ha y 4.2 - 11.1 Mg C/ ha respectivamente. Por otro lado, se observaron diferencias significativas en la estructura de los bosques a nivel horizontal (DAP) y vertical (altura). Finalmente, los autores recomiendan la conservación de estos bosques aluviales.

Prickett et al. (2012) llevaron a cabo un inventario florístico en un bosque inundable con dominancia de palmeras: *Mauritia flexuosa* y *Euterpe precatoria* en el área de Jenaro Herrera en la Amazonía peruana. Se midieron todos los árboles con DAP \geq 10 cm en una parcela permanente de 1 hectárea. Se utilizaron parámetros fitosociológicos para el Cálculo del Índice Vital de Importancia (IVI), área basal y biomasa. Se identificaron 230 especies comprendidos en 106 géneros y 43 familias. La densidad fue de 618 individuos por hectárea. El área basal total en la parcela fue de 23,7 m². Las tres especies con mayor IVI fueron *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua* y *Carapa procera*. Las cinco familias más abundantes en relación al número de individuos fueron *Arecaceae*, *Fabaceae*, *Meliaceae*, *Euphorbiaceae* y *Sapotaceae*. A pesar de que el suelo de esta

parcela tenía mal drenaje, la densidad y la diversidad de la parcela fueron consideradas dentro de los límites típicos de los bosques de tierra firme al oeste amazónico.

Lilleskov et al. (2018) hacen una advertencia sobre la pérdida de turberas en tierras bajas en Perú. Los autores la información de turberas en Indonesia y comparan los procesos de erosión vegetal en ambos países. Se hace referencia sobre la magnitud y las causas de la degradación de las turberas tropicales en ambos países considerando que las turberas indonesias están sujetas a una actividad antropogénica mucho mayor que la del Perú, incluido el drenaje, la tala, la conversión agrícola y la quema, lo que resulta en emisiones altas de gases de efecto invernadero y partículas. Se exploraron patrones de impactos en ambos países y sus factores naturales de predisposición. Se encontró que los impactos difieren entre regiones pero con un denominador común: los incendios se relacionan de manera directamente proporcional con la densidad poblacional. Los factores que incrementan el riesgo y los impactos en las turberas de Indonesia son la alta población local, la falta de protección y principalmente las políticas gubernamentales que permiten el uso y aprovechamiento sin control de las mismas. En Perú los riesgos se refieren al aislamiento geográfico, una geomorfología de turberas más compacta, una población y densidad de carreteras más bajas, más áreas protegidas, diferentes políticas de tierras y diferentes condiciones climáticas. Además de intereses económicos de grandes grupos empresariales que incluyen proyectos de extracción como petróleo y gas, la expansión de las carreteras en las zonas de turberas y la ausencia de una política gubernamental que proteja estas áreas de manera explícita. Los autores concluyen que la existencia de estos ecosistemas en el Perú, en efecto, se debe a una serie de factores que pusieron un límite a estos proyectos pero que si, en definitiva, no se generan políticas de protección y manejo sostenible tendrán un destino similar a las turberas de Indonesia.

Padilla & Molina (2017) analizaron el impacto socioeconómico del Programa Pago por Servicios Ambientales, modalidad reforestación, en el pacífico norte de Costa Rica. Esta región es una de las mayores con áreas reforestadas,

especialmente con “melina” (*Gmelina arbores*) y “teca” (*Tectonia grandis*). En esta zona se pueden encontrar los más grandes proyectos de pago por servicios ambientales en Costa Rica que datan desde inicios de siglo. Se identificaron a los beneficiarios según características socioeconómicas a fin de establecer y aplicar los principios, criterios e indicadores para valorar el impacto del Proyectos de PSA a nivel social y económico. Los resultados indican que el Programa de PSA ha mejorado las capacidades a nivel local a fin de garantizar su desarrollo forestal, por participación de los beneficiarios y organización de las comunidades, aunque, en algunos casos ellos creen que sus capacidades están disminuyendo debido a una menor participación de los mismos en la organización.

Wunder et al. (2007) hacen un análisis de casos sobre los Pagos por servicios ambientales (PSA) tomando como referente las características, alcances, condiciones y requerimientos para la implementación de los mismos. Asimismo, mencionan las restricciones y limitantes para esta clase de proyectos, en particular para países en desarrollo. El concepto de PSA se basa en que los beneficiarios de dichos servicios paguen de manera directa y contractual a quienes manejan y mantienen los recursos de manera que se pueda garantizar la conservación y restauración de dichos ecosistemas. Esto a manera de incentivo que les permita considerar estas acciones como productos rentables que permitan una acción social en las poblaciones involucradas. Entre las principales categorías de PSA se encuentran: Pagos directos por la biodiversidad, venta conjunto de conservación de la biodiversidad y otros servicios. El PSA tiene potencial para aprovechar recursos asignados a otros programas lo que eventualmente le permitirá concentrar distintas clases de financiamiento no solamente de políticas ambientales, sino también a nivel social.

Medina (2016) considera pertinente realizar una aclaración sobre los términos “Servicios Ecosistémicos” y “Servicios Ambientales”. La autora considera importante distinguir los conceptos sobre pago de servicios ambientales que tienen como denominador común que “..... el PSA surge como mecanismo

que internaliza las externalidades positivas” permitiendo una serie de compensaciones económicas a los individuos que prestan servicios ambientales a la comunidad. El artículo también hace referencia a una serie de políticas y experiencias positivas que se desarrollaron en la última décadas en diversas áreas de Colombia, México y Costa Rica, citando a Colombia como ejemplo a seguir en este contexto ya que concentra el 51% de sus áreas boscosas mediante ésta y otros métodos de compensación y subsidios legales tanto estatales como privados.

Valoración de los Ecosistemas del Milenio (2005) sostiene que alrededor del 66% de los ecosistemas del mundo sufre algún nivel de amenaza para mantener sus características esenciales. Esto, afecta de manera directa los servicios ambientales que presta lo que genera una serie de controversias a nivel de que sí son o no utilizados y de qué manera deben ser aprovechados.

Freitas *et al.* (2006) “Servicios ambientales de Almacenamiento y secuestro de Carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria” realizaron un estudio cuyo objetivo fue la cual estimar el almacenamiento y fijación de carbono en ecosistemas inundables (aguajales). Los autores utilizaron el método destructivo que consistió en derribar una serie de individuos adultos de la palmera aguaje con la finalidad de pesar y calcular la cantidad de carbono en cada una de sus partes, para ello utilizaron las ecuaciones de regresión. Estimaron en 484,52 t/ha y 424,72 t/ha el contenido de C fijado en por los ecosistemas de aguajal denso y mixto, respectivamente. Asimismo, el Carbono de los bosques, siendo de 115,40 t/ha en el ecosistema denso y 88,50 t/ha en el ecosistema mixto.

Galeano *et al.* (2015) “Environmental drivers for regeneration of *Mauritia flexuosa* L.f. in Colombian Amazonian swamp forest”, desarrollaron una investigación en la Amazonía colombiana, específicamente en ecosistemas pantanosos donde evaluaron el comportamiento de los bosques en un periodo de 5 años en base a eventos sucesivos de inundación, ya sean permanentes o temporales. Los autores notaron que los Niveles de inundación mostraron una relación directa

con la distribución estacional de la precipitación. En 2010 la precipitación y el nivel de inundación fueron intermedios cuando comparados con 2011 y 2012. Los pantanos están dominados por *M. flexuosa*, al contrario de las zonas bien drenadas que son dominadas por especies como *Calathea striata*, *Adiantum latifolium*, *Lepidocaryum tenue*. La mortalidad fue más alta que la regeneración en las medidas semianuales. El mayor reclutamiento fue registrado después de una superproducción de frutos (julio 2011). Asimismo, reportaron que la mortalidad de *M. flexuosa* fue relacionada negativamente al porcentaje de materia orgánica en el suelo, el área basal y la altura de otras especies de árboles. En contraste, el reclutamiento de *M. flexuosa* fue relacionado positivamente con niveles de inundación y Ph del agua; pero negativamente relacionados con las condiciones de drenaje lo que significa que la sobrevivencia fue menor en suelos con buen drenaje. Finalmente los autores muestran su conformidad con lo propuesto por (Svenning, 1999) quien mencionó la correlación positiva entre la densidad de plántulas y área basal de individuos adultos de *M. flexuosa* e indica que la heterogeneidad espacial de los suelos y la composición florística de la copa influyen fuertemente en el la regeneración natural de la especie.

Endress *et al.* (2013) “*Mauritia flexuosa* palm swamps: Composition, structure and implications for conservation and management”, los bosques pantanosos dominados por la palma *Mauritia flexuosa*, cubren extensas áreas de la cuenca amazónica pero están poco estudiados a pesar de su reconocida importancia ecológica y económica. En este estudio, se documentó la estructura y composición de los pantanos como parte de un esfuerzo más amplio para comprender su ecología y ayudar a desarrollar mejores prácticas para la administración de usos múltiples para la comunidad Maijuna, un grupo indígena en Loreto, Perú. En 12 aguajales, se evaluaron todos los árboles > 5 cm de DAP y todos los individuos de palma con 0.5 m de altura a más y especies agrupadas en función de su economía, subsistencia, y la importancia cultural. Los autores mencionan que los pantanos son más diversos y estructuralmente complejos que las descripciones generales anteriores sugieren: aunque las dicotiledóneas eran el doble de abundantes que las palmas ($p < 0,001$), las palmas eran más altas y

más grandes ($p < 0,001$) representando casi la mitad del peso área basal. Las especies más abundantes proporcionan numerosos productos forestales maderables y no maderables, con más de la mitad de las personas que tienen un uso reconocido por Maijuna. Como resultado de su complejidad y utilidad, los pantanos están bajo más estrés de lo que se pensaba, ya que la mayoría de los trabajos anteriores se han centrado únicamente en la cosecha destructiva de *M. flexuosa*. Los pantanos son claramente ecológica, económica y culturalmente ecosistemas importantes, y su conservación y gestión requerirá la priorización y el equilibrio de las numerosas demandas de la fauna y la gente. Para lograr esto, una mejor comprensión de su composición e interacciones ecológicas se hacen necesarias.

Goncalves Jardim *et al.* (2007) "Diversidade e estrutura de palmeiras em floresta de várzea do estuário amazônico", Los autores evaluaron la diversidad y estructura de palmeras en un bosque de pantano en el municipio de Belém, Pará. Los datos fueron recolectados en 10 hectáreas distribuidos aleatoriamente en várzea baja y alta y divididos en transectos de 10 x 100m donde se midió la altura y $DAP \geq 2$ cm de las palmeras arbóreas. Se calcularon los parámetros fitosociológicos comúnmente utilizados en levantamientos forestales cuantitativos y la altura y el diámetro estratificados en clases. Se identificaron quince especies arbóreas con un total de 1.709 individuos. *Euterpe oleracea* presentó mayor número de individuos (931), (56,49%), dominancia (32,78%), IVI (98,30%) y cobertura (82,27%), seguida de *Astrocaryum murumuru*; *Astrocaryum tucuma* obtuvo mayor promedio en altura y *Bactris minor* en diámetro; la mayor riqueza se encontró ocurrió en el estrato de várzea baja, que también presentó la mayor altura y diámetro promedio. La várzea baja concentró el mayor número de especies. Se concluyó que la isla del Combu posee expresividad en palmeras principalmente en la várzea baja (pantanos permanentemente inundables).

Lau & Goncalves Jardim (2013) "Florística e estrutura da comunidade arbórea em uma floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental, Ilha do Combu, Belém, Pará", Los autores estudiarón un pantano en una zona de protección

ambiental donde reportaron 5.731 individuos agrupados en 22 familias, 50 géneros, 60 especies. Las familias con mayor número de especies fueron Fabaceae (15 especies) y las palmeras (7 especies); con mayor número de individuos Arecaceae (4.364), Malvaceae (374) y Fabaceae (349) en cuanto las otras 18 familias sumaron solamente 644 individuos. *Euterpe oleracea* se destacó en relación a las otras especies por su mayor número de individuos, densidad relativa, dominancia relativa, valor de cobertura e IVI. Apenas la frecuencia relativa de la especie fue semejante a *Pterocarpus officinalis*, *Hevea brasiliensis* y *Virola surinamensis*. Para Jardim & Cunha (1998) esta representatividad es consecuencia de la alta capacidad de regeneración y dinámica de la especie.

Avila et al. (2006) "Structure of natural regeneration in relation to soil properties and disturbance in two swamp forests", los autores evaluaron la regeneración natural en relación a propiedades del suelo y disturbios en dos bosques de pantano de palmeras. Éste es un tipo de vegetación asociada a cursos de agua, caracterizado por la presencia de palmera *Mauritia flexuosa*. Estos sistemas no están bien estudiados y sufren de alta presión antropogénica. Los objetivos de este estudio fueron describir la regeneración natural de dos bosques pantanosos en sistemas vereda con diferentes impactos antropogénicos e investigar si la variación en estas comunidades de plantas es asociada a condiciones edáficas. El estudio se realizó en preservado e impactado sitios ubicados en el Área de Protección Ambiental del Río Pandeiros en el norte de Minas Gerais. En cada sitio, se establecieron cien parcelas de 25 m² para la topografía regeneración de arbustos y árboles (≥ 1 cm de diámetro en la base del tallo y < 3 cm de DAP). La estructura de la vegetación fue evaluada por parámetros fitosociológicos como índice de similitud y distribución de tamaño de individuos. La regeneración de los estratos era correlacionado con análisis químicos y físicos del suelo. La vegetación en el sitio preservado se caracterizó por un mayor número de individuos y una menor diversidad pero contenía especies que eran típicas de áreas inundadas. Los resultados también mostraron diferencias en el suelo la disponibilidad de nutrientes entre los sitios que influyeron en la distribución de las especies en los dos sitios de estudio.

Honorio *et al.* (2015) realizaron una investigación en ecosistemas inundables de la Amazonia peruana, la cual tuvo como objetivo implantar una línea base para el estudio de la diversidad de plantas (a distintos niveles de hábito), su estructura y densidad; además de estimar el carbono sobre el suelo en los bosques inundables en la región Loreto. El estudio fue realizado en los bosques al Pacaya Samiria. Fueron propuestas y utilizadas ecuaciones alométricas para la estimación de la biomasa de las palmeras de aguaje. La biomasa aérea del bosque varía entre 105.6 a 328.7 MgC/Ha y para la vegetación muerta en pie (necromasa aérea) varió entre 4.2 y 11.1 MgC/Ha. En efecto, el carbono almacenado por la biomasa aérea y necromasa en ambos bosques resultó similar y concuerda con lo encontrado en otros bosques inundables.

Concha *et al.* (2007) realizaron un estudio de la captura de carbono en diferentes sistemas agroforestales maderables y frutales en el departamento de San Martín. El objetivo fue determinar el carbono (a nivel de reserva) para la biomasa aérea de plantaciones de cacao (*Theobroma cacao L.*). La metodología usada fue destructiva y utilizaron las fórmulas alométricas para estimar la cantidad de carbono de dichas plantas. Los resultados varían desde 26.2 tC/ha para el sistema Pachiza de 5 años hasta 45.07 tC/ha para la edad de 12 años. Asimismo, la captura de carbono en biomasa aérea osciló desde 12.09tC/ha hasta 35.5 tC/ha para árboles vivos; para hojarasca varía desde 4 hasta 9.97 t/ha; mientras que para necromasa (árboles muertos en pie y caídos) presentaron valores muy bajos y variables. Los sistemas agroforestales de 12 años de edad representan el 66.7% de las reservas de carbono por encima de 40 tC/ha; mientras que para los árboles de 5 años de edad almacenan carbono por debajo de 30 tC/ha. En conclusión los agroforestales ubicados en Juanji y Pachiza reportaron mayores reservas de carbono, obteniéndose mayor beneficio monetario por esos servicios.

Guzmán (2004) sostiene que en los aguajales de Madre de Dios se almacenan entre 480 y 600 tC/ha, almacena entre tres a cinco veces más que otro bosque tropical, de esta manera agregándole un valor eco-sistémico y ecológico muy

sobresaliente. Y a su vez el suelo de estos ecosistemas constituyen la parte más importante en almacenar el carbono entre 532-632 tC/ha.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Estructura de la vegetación

Las características de la estructura de la vegetación son “aquellas relacionadas con la distribución espacial de la biomasa” (Aramburu y Escribano, 2006). Es sustancial analizar la estructura del bosque a fin de conocer sus etapas de desarrollo y funcionamiento (dinámica), con la finalidad de determinar los efectos de distintos niveles de perturbación, ya sea ésta de cualquier origen.

Todas las comunidades vegetales pueden dividir su estructura en dos:

- **Estructura vertical**, es la distribución de vegetación de acuerdo a sus hábitos en capas, estratos o niveles de acuerdo a su altura en el bosque. Se le determina en función a la altura en metros, pero también es importante identificar los estratos considerando los hábitos o tipos biológicos en distintas formaciones vegetales (Arozena, 2000). El establecimiento del número de estratos es a la fecha un sistema complejo en donde existen diversos métodos alternativos basados en límites altitudinales y tipo de formación vegetal (Ferrerías, 1999).

- **Estructura horizontal**, es la distribución de la vegetación de acuerdo al DAP (cm) y se le denomina clases diamétricas. Normalmente las clases diamétricas menores tienen una mayor concentración de individuos que las clases diamétricas mayores. Este tipo de conformación se denominada “J invertida” y es muy común en poblaciones y comunidades saludables con bajo nivel de impacto antropogénico.

Clasificación de Arozena (2000)	Clasificación de Aramburu y Escribano (2006)
1. Estrato arbóreo (macrofanerófitos); 2. Estrato arbustivo (nanofanerófitos y caméfitos); 3. Estrato herbáceo (hemcriptófitos, geófitos y terófitos); y 4. Estrato muscinal (talófitos)	1. Estrato arbóreo; 2. Estrato arbustivo; 3. Estrato subarbustivo; 4. Estrato herbáceo; 5. Estrato muscinal; 6. Estrato escandente (de lianas); y 7. Estrato epifítico.
(*) Puede haber varios niveles de cada estrato, es decir, pueden aparecer por ejemplo, dos estratos arbóreos, un estrato arbustivo y dos estratos herbáceos.	

Fig.1 Clasificación de la vegetación de acuerdo a autores.

1.3.2 Dióxido de Carbono

El dióxido de carbono (CO_2) es un gas producido naturalmente o de manera antropogénica. Normalmente, se le considera un subproducto de la quema de combustibles fósiles (petróleo), deforestación y liberación de grandes cantidades de este gas, malas prácticas de agricultura; entre otras. Además, el dióxido de carbono es el principal GEI que afecta el equilibrio de la radiación del planeta (IPCC, 2002).

1.3.3 Sumidero de carbono

De acuerdo con el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, 2002), los bosques son ecosistemas que actúan como espacios conocidos como sumideros de carbono, de manera que un sumidero podría ser considerado también un proceso o mecanismo que capta un GEI o precursor en dichos gases. Los bosques son muy importantes debido a su capacidad de almacenar grandes cantidades de Carbono por medios naturales y lo van fijando en su biomasa. Es por ello, que se les considera como el principal sumidero de carbono a nivel global.

1.3.4. Servicios Ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son definidos como los beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas. Los ecosistemas cumplen funciones importantes, entre ellos se cuenta la regulación hídrica en cuencas, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono, la belleza

paisajística, la formación de suelos y la provisión de recursos genéticos, entre otros (Ley N° 30215, Ley de Mecanismos de Retribución por Servicios Ecosistémicos).

Para Groot *et al* (2002) citado por Camacho y Ruíz, (2012), Los ecosistemas tienen la capacidad de proporcionar bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas; estos servicios pueden ser directos o indirectos que resulta de las interacciones que se producen en los ecosistemas. Asignarle un valor a los servicios que brindan los ecosistemas permite tomar buenas decisiones y estrategias para su conservación y manejo.

1.3.5 Ecosistemas de pantano

Son ecosistemas ubicados en tanto a nivel de llanuras amazónicas como en el piedemonte oriental andino, en promedio hasta los 900 msnm. Estos ecosistemas se encuentran temporalmente inundados o durante todo el año, producto de las inundaciones temporales y/o esporádicas. Los suelos donde se desarrollan los ecosistemas inundables son pobres en drenaje y escorrentía limitada, con abundancia de materia orgánica. Además, estos bosques son considerados importantes sumideros de carbono (MINAM, 2015). Estos ecosistemas están formados principalmente por la palmera aguaje *Mauritia flexuosa* que en el Perú existen más de 5.5 millones hectáreas (Rainforest Alliance, 2015).

1.3.6 Mercados Ambientales

El Grupo Katumba, en el Manual Introductorio para Evaluar y Desarrollar Pagos por Servicios Ambientales (2007) señala lo siguiente: “Creemos que al proporcionar información sólida y confiable acerca de precios, regulación, ciencia y otros asuntos relevantes para el mercado, podemos contribuir a que los mercados de servicios ambientales se conviertan en una parte fundamental de nuestro sistema económico y ambiental, ayudando a valorar dichos servicios que, durante demasiado tiempo, se han dado por hecho” (Forest Trends, 2007).

1.3.7 Valorización Económica

Según la Guía Nacional de Valoración Económica del Patrimonio Natural (2015), señala que la valoración económica es un instrumento importante ya que nos va a permitir cuantificar a nivel económico el valor de los servicios y bienes que brindan los ecosistemas, independientemente que si estos puedan contar o no con un precio en el mercado.

1.3.8 Métodos de Valorización Económica

Existen diversas metodologías de valoración económica, lo cuales buscan cuantificar parcial o integralmente el valor económico de un bien o servicio ecosistémico. La Guía Nacional de Valoración Económica del Patrimonio Natural (2015), indica que la metodología a utilizar dependerá del nivel de la valoración, la disponibilidad de datos, del bien o del servicio ecosistémico, entre otros.

1.3.9 Diámetro de altura del pecho - DAP

Es la medición en cm. que se realiza a 1.30 metros de altura desde la base del tronco del árbol. Para ello se aplica la fórmula de longitud de circunferencia, a fin de obtener el valor del diámetro a la altura del pecho del individuo (Ministerio del ambiente, 2015).

1.3.11 Altura

La altura es una importante característica del árbol, obtenida por medición o estimación. Es la medida que se realiza desde el suelo hasta la cima de la copa del individuo identificado. (Ministerio del Ambiente, 2015).

1.3.12 Área basal

Es la superficie de una sección transversal del tronco de la especie arbórea, se expresa en m² de material vegetal por unidad de superficie de terreno. (Ministerio del Ambiente, 2015).

1.3.13 Volumen de la especie forestal

Ministerio del ambiente (2015) menciona que el volumen de la madera en pie se calcula mediante el empleo de la fórmula para hallar el volumen del cilindro, a

partir del área basal y la altura total del tronco de un árbol. El tronco al presentar forma cónica y no ser un perfecto cilindro, se le aplicara un factor de forma cuyo valor depende de la especie que se encuentre en el ecosistema. En el caso que no cuente la especie con un factor de forma, se empleara para bosques húmedos tropicales el valor de 0.70.

1.3.14 Densidad de la madera

Es un valor que nos va a permitir obtener el nivel de dureza y resistencia de la madera del árbol. La densidad de la madera de las especies ya está establecida mediante estudios anteriores. (Neto y Lopes de Souza 2007)

1.3.15 Biomasa

La biomasa de las especies forestales se define en base a la estimación de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal. La biomasa de un árbol está distribuida en los siguientes componentes: el tronco, ramas, follaje y la biomasa subterránea (raíces). La biomasa tiene una especial importancia debido a que permite conocer las cantidades de carbono almacenado por los árboles y este se cuantifica en toneladas por hectáreas (BASTIENNE et al., 2000).

1.4. Formulación del problema

1.4.1. General

- ✓ ¿Cuál es valor económico de los servicios ambientales en un bosque de pantanos (suelos hidromórficos) en función a sus características estructurales?

1.4.2. Específicos

- ✓ ¿Cuáles son las principales características a nivel estructural (estructura horizontal y vertical) de la vegetación de aguajales de alto Mayo río Avisado-Tingana de Moyobamba, San Martín?

- ✓ ¿Cuánto carbono es fijado por la biomasa aérea por familia botánica (DAP \geq 10 cm) en el aguajal de alto Mayo río Avisado-Tingana de Moyobamba, San Martín?
- ✓ ¿Qué cantidad de carbono es fijado en la biomasa aérea de acuerdo al hábito de los individuos de la comunidad Tingana de Moyobamba, San Martín?

1.5. Justificación del estudio

La deforestación y el cambio de uso del suelo (para la siembra de arroz, café, cacao y maíz) fomentadas por políticas estatales con subsidios para cultivos alternativos para la sustitución de la hoja de coca a fines de los 90's promovieron el cambio de uso de suelo en la región. Esto sumado al apoyo técnico ofrecido por el Gobierno Regional de San Martín (GORESAM) y al alto precio en el mercado de las semillas de cacao fueron los principales motivos para el establecimiento de nuevas chacras.

Además de la migración que se vio acentuada posterior al terremoto ocurrido en Lamas en el 2005 hicieron que ocurra un cambio drástico en lo que refiere a la posesión de tierras en extensas áreas enfocado principalmente en cubrir las demandas del mercado motivadas por la excelente calidad del cacao en la zona de estudio.

“El milagro San Martín” ha originado una serie de impactos en el territorio, principalmente enfocados en la tenencia y uso del espacio, generando el cambio de uso de suelo de bosques a áreas donde se practica la agroforestería. Esto conlleva a que muchas de las zonas que antes eran pantanos son deforestadas y expuestas a elevadas temperaturas y al inclemente sol de la zona con la finalidad de que el agua de esos terrenos se evapore para luego ser quemados y utilizados para el sembrío de cacao y otros productos como yuca, plátano, maíz y una serie de variedades de frijol.

Mediante el desarrollo de la investigación se pretende estimar la captura de CO_2 de un ecosistema de pantano, para expresar este servicio ambiental en términos

económicos. Es importante estimar el almacenamiento de CO_2 de estos ecosistemas, de manera que nos permita conocer la cantidad de CO_2 que se puede liberar al ambiente si se talarán estos bosques. Además, nos permitirá realizar un análisis a futuro sobre la gestión adecuada de estos ecosistemas de pantano.

1.6. Hipótesis

Hipótesis General

- ✓ El pago por servicios ambientales en un bosque de aguajal en el Alto Mayo es similar a las estimaciones realizadas en el Pacaya Samiria (Loreto) y basado en sus características estructurales.

Hipótesis Específicas

- ✓ La estructura horizontal y vertical de la vegetación en un bosque de pantano en el Alto Mayo tiene valores mayores a 30 cm de DAP y 10 m de altura respectivamente.
- ✓ La cantidad de carbono fijado en la biomasa aérea de la familia Arecaceae es mayor a las 30 Mg C ha⁻¹.
- ✓ Los individuos arbóreos en un bosque de pantano en el Alto Mayo fijan al menos el 60% de Carbono del bosque.

1.7. Objetivos

1.7.1 Objetivo General

- ✓ Determinar el pago de servicios ambientales por almacenamiento de CO_{2e} en vegetación representativa de aguajales de alto Mayo río Avisado-Tingana de Moyobamba, San Martín.

1.7.2 Objetivos Específicos

- ✓ Determinar las características a nivel estructural (estructura horizontal y vertical) de la vegetación de aguajales de alto Mayo río Avisado-Tingana de Moyobamba, San Martín.
- ✓ Estimar la cantidad de carbono fijado en la biomasa aérea de cada familia botánica (DAP \geq 10 cm) de la vegetación de aguajales.
- ✓ Estimar la cantidad de carbono fijado en la biomasa aérea de acuerdo al hábito de los individuos de la vegetación de aguajales de alto Mayo río Avisado-Tingana de Moyobamba, San Martín.

II.METODO

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que se obtendrá datos numéricos para responder a las preguntas de investigación.

2.1. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es no experimental. La finalidad de dicho estudio es realizar un análisis del estado del objeto de estudio (bosque), donde se estima la cantidad de carbono fijado o almacenado por la biomasa aérea del aguajal, mediante la toma de muestras de los árboles (ramas y hojas), utilización de fórmulas alométricas para posteriormente realizar la estimación del carbono almacenado en los bosques del área de estudio y la estimación económica de su servicio ambiental.

2.2. Tipo de estudio

El tipo estudio es descriptivo, ya que la investigación se realiza en función a métodos y procesos de campo previamente establecidos en el tema de servicios ambientales y captura/fijación de carbono en bosques a distintas latitudes en Sudamérica.

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL
¿Cuál es valor económico de los servicios ambientales en un bosque de pantanos (suelos hidromórficos) en función a sus características estructurales?	Determinar el pago de servicios ambientales por almacenamiento de CO_2e en vegetación representativa de aguajales de alto Mayo río Avisado-Tingana de Moyobamba, San Martín.	El pago por servicios ambientales en un bosque de aguajal en el Alto Mayo es mayor a las estimaciones realizadas en el Pacaya Samiria (Loreto) y basado en sus características estructurales.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS
¿Cuáles son las principales características a nivel estructural (estructura horizontal y vertical) de la vegetación de aguajales de alto Mayo río Avisado-Tingana de Moyobamba, San Martín?	Determinar las características a nivel estructural (estructura horizontal y vertical) de la vegetación de aguajales de alto Mayo río Avisado-Tingana de Moyobamba, San Martín.	La estructura horizontal y vertical de la vegetación en un bosque de pantano en el Alto Mayo tiene valores mayores a 30 cm de DAP y 10 m de altura respectivamente.
¿Cuánto carbono es fijado por la biomasa aérea por familia botánica (DAP \geq 10 cm) en el aguajal de alto Mayo río Avisado-Tingana de Moyobamba, San Martín?	Estimar la cantidad de carbono fijado en la biomasa aérea de cada familia botánica (DAP \geq 10 cm) de la vegetación de aguajales.	La cantidad de carbono fijado en la biomasa aérea de la familia Arecaceae es mayor a las 30 Mg C ha ⁻¹ .
¿Qué cantidad de carbono es fijado en la biomasa aérea de acuerdo al hábito de los individuos de la comunidad Tingana de Moyobamba, San Martín?	Estimar la cantidad de carbono fijado en la biomasa aérea de acuerdo al hábito de los individuos de la vegetación de aguajales de alto Mayo río Avisado-Tingana de Moyobamba, San Martín.	Los individuos arbóreos en un bosque de pantano en el Alto Mayo fijan al menos el 60% de Carbono del bosque.

Fuente: Elaboración propia

2.3. Variables y Definición Operacional

La matriz de operacionalización de variables se encuentra en la tabla N°1:

Tabla N°1: *Matriz de operacionalización de variables.*

HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
El pago por servicios ambientales en un bosque de aguajal en el Alto Mayo es mayor a las estimaciones realizadas en el Pacaya Samiria (Loreto) y basado en sus características estructurales.	INDEPENDIENTE Estructura de la comunidad de aguajal	Se entiende como estructura de la vegetación el patrón espacial de distribución que presentan las plantas de un determinado ecosistema (BARKMAN, 1979).	Inicialmente se caracterizará la comunidad vegetal y se determinarán las características de los individuos (DAP≥10 cm). Luego se utilizarán los valores físicos de los individuos y realizarán los cálculos respectivos para la obtención de la biomasa aérea y CO_{2e} almacenado.	Características mediables de los individuos (DAP≥10 cm) de la comunidad.	Altura (m)	Razón
					DAP (cm)	
				Biomasa de palmeras y de árboles de la comunidad de pantano	Área basal (m^2).	
					Volumen (m^3)	
					Densidad de la madera	
	DEPENDIENTE Pago por Servicios Ambientales de la comunidad de pantano	Los pagos por servicios ambientales (PSA) son una clase de instrumentos económicos diseñados para dar incentivos a los usuarios del suelo, de manera que continúen ofreciendo un servicio ambiental (ecológico) que beneficia a la sociedad como un todo (SALAS, 2002)	Una vez obtenido el CO_2 almacenado por la comunidad vegetal y utilizando datos del IPCC procederemos a estimar el pago por Servicios ambientales.	Cantidad de CO_{2e} almacenado en la comunidad vegetal	Biomasa (Tn/ha).	Razón
					Factor de expansión = 1.18 para bosques latifoliados	
				Pago por el Servicio Ambiental de almacenamiento de CO_{2e}	Familia botánica	Nominal
					Estratos del bosque	Nominal
				Pago por el servicio ambiental de almacenamiento de CO_{2e} por familia y tipo de pantano	Hábito de los individuos	Nominal
Precio de mercado (\$/Mg C/ ha / año)	Razón					

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

La población de estudio serán los árboles que se encuentran en un área de 45 hectáreas en un bosque de pantano de la provincia de Moyobamba en los bosques de Tingana.

2.4.2. Muestra

El tamaño de la muestra fue de una hectárea de ecosistema de pantano con el respectivo número de individuos con el diámetro mínimo requerido. El muestreo fue dirigido para el establecimiento de la parcela.

Minam 2010 menciona que para bosques inundables la unidad de muestreo recomendada es de 0.50 a 0.80 hectáreas.

2.4.3. Aspectos generales del área de estudio

Al área de estudio está en el departamento de San Martín en territorios de piedemonte andino nororiental, en la provincia Moyobamba. Sus coordenadas son geográficas son: 5°54'36" S; 77°71'95" W y la altura es de 818m.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.5.1. Materiales y equipos

- ✓ Tablero de campo
- ✓ Lápices y lapiceros
- ✓ Fichas de campo
- ✓ Gps Garmin
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Wincha de 30 metros
- ✓ Wincha de 50 metros
- ✓ 4 rollos de rafia

Para el presente estudio se utilizará 4 etapas las cuales se mencionan a continuación.

2.5.2. Metodología de recolección de datos

Etapa N° 1: Establecimiento de las parcelas de muestreo

Durante el mes de Mayo del 2018 se estableció 1 parcela cuadrangular de 100 x 100m haciendo un total de una hectárea (Holm et al., 2008). La parcela fue subdividida en 25 subparcelas de 20x20 m para facilitar el trabajo.

Etapa N° 2: Determinación de biomasa aérea

Para la determinación de la biomasa aérea se utilizó el método indirecto, que consistió en el uso de fórmulas alométricas para estimar la biomasa el carbono almacenado en el ecosistema pantano. Para ello se medirá la altura y el DAP a 1.3 m de alto de los individuos mayores a 10cm (Endress et al. 2013).

Para medir el diámetro de cada árbol se usó una cinta métrica y para la estimación de la altura se utilizó un clinómetro. Una vez obtenido los datos (altura y diámetro) de los árboles del ecosistema de pantano se procedió a elaborar las bases de datos para ingresar a las fórmulas alométricas propuestas por García *et al.* (2012):

A. Formula del DAP \geq 10 cm

Una vez obtenidos los datos de campo, entre ellos el perímetro de cada individuo con ayuda de la cinta métrica, se reemplazó en la fórmula de DAP para su conversión.

FORMULA DE DIÁMETRO

$$\text{DAP} = \frac{\text{Longitud de perímetro del árbol}}{\pi}$$

FUENTE: MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2015

Detalle de fórmula:

- ✓ DAP: Diámetro a la altura del pecho (m)
- ✓ π : 3.1416

B. Formula del área basal (m²)

Una vez obtenido el valor del diámetro de cada individuo de las especies, se procedió a reemplazar en la siguiente fórmula para obtener el área basal.

FORMULA DE ÁREA BASAL

$$AB = 3.1416 (DAP/2)^2$$

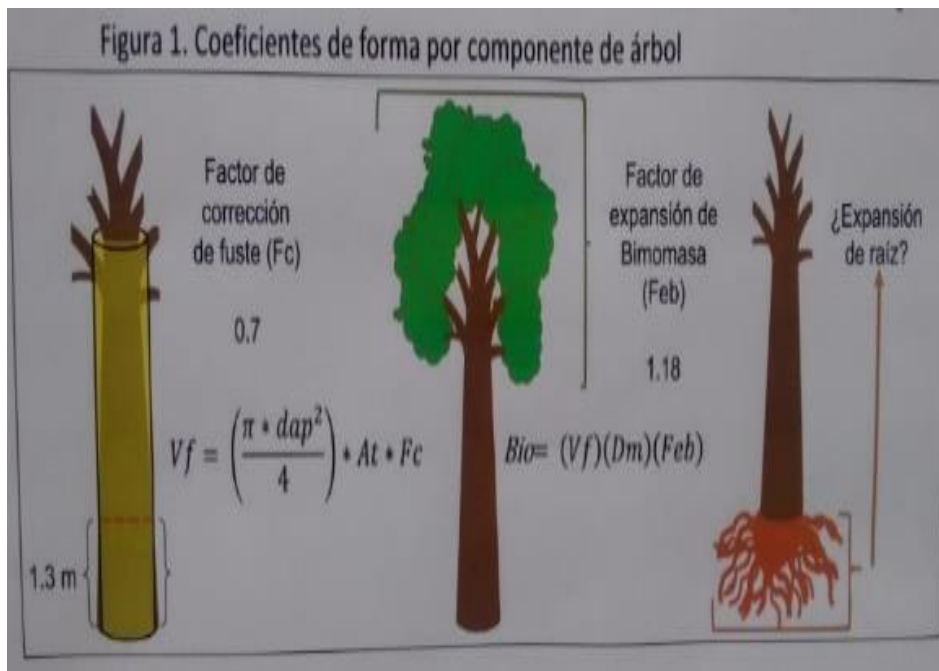
FUENTE: MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2015

Detalle de fórmula:

- ✓ AB: Área basal (m²)
- ✓ π : 3.1416
- ✓ DAP: Diámetro a la altura del pecho ≥ 10 cm

C. Formula de volumen (m³)

El valor obtenido de área basal de cada individuo de las especies se procedió a reemplazar en la ecuación para la obtención del volumen.



FUENTE: GARCÍA ET AL.2017

FORMULA DEL VOLUMEN

$$V=FC \times Alt \times AB$$

FUENTE: MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2015

Detalle de fórmula:

- ✓ V: Volumen (m³)
- ✓ FC: Factor de corrección (0.7)
- ✓ Alt: Altura (m)
- ✓ AB: Área basal (m²)

El factor de corrección se determina por tipo de bosque donde se encuentren los individuos de las especies *Virola elongata* “Cumala” y *Matisia bracteolosa* “Sapote de agua”, en este caso el valor es 0.7 por ser un bosque latifoliado.

Etapa N° 3: Estimación del almacenamiento de CO₂ en la biomasa aérea del ecosistema pantano para especies maderables

D. Formula de biomasa aérea (Tn)

Obtenido el valor de volumen de cada individuo de las especies, se procederá a reemplazar con el factor de expansión por el tipo de bosque y la densidad de la madera por tipo de especie en la fórmula de biomasa aérea.

FORMULA DE BIOMASA AÉREA

$$B= V \times FE \times DM$$

FUENTE: MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2015

Detalle de fórmula:

- ✓ B: Biomasa (Tn. /ha.)
- ✓ V: Volumen (m³)
- ✓ FE: Factor de expansión (1.18 para bosques latifoliados tropicales)
- ✓ DM: Densidad de la madera a partir de Global Wood Data base

E. Formula de la cantidad de carbono fijado (Mg)

Finalmente, ya obtenido el valor de biomasa aérea de cada individuo se procedió a hacer uso de la fórmula de carbono fijado propuesta por Rojas et al, 2008. Para así visualizar la cantidad de carbono en mgC/ha.

FORMULA DEL CARBONO FIJADO POR ESPECIE

$$CF=B \times FCo$$

Fuente: Rojas et al, 2008

Detalle de fórmula:

- ✓ CF: Carbono Fijado (Mg/ha.)
- ✓ B: Biomasa (Tn. /ha.)
- ✓ FCo: Factor de conversión (0.45)

F. Estimación de $CO_2 e$

De acuerdo con FOREST TRENDS (2010), el servicio ambiental de almacenamiento de CO_2 se estima tomando como base los pesos moleculares (44/12), una tonelada de carbono equivale a 3.67 toneladas de CO_2 . De esta manera para poder saber la cantidad de $CO_2 e$ capturado (servicio ambiental). El cálculo se hizo mediante el producto de las toneladas de carbono almacenado por la constante 3.67.

$$CO_{2e} = \Delta C \text{ total (mgC/ha)} \times 3.67$$

Dónde:

CO_{2e} : Dióxido de carbono equivalente.

ΔC : Cantidad de carbono total en la biomasa.

3.67: constante.

G. Determinación del pago por el servicio ambiental de almacenamiento de CO_2e

Para esta última etapa se valoró económicamente el servicio ambiental de almacenamiento de CO_2e del ecosistema aguajal semidenso y mixto. Para ello se multiplicó las toneladas de CO_2e encontradas por 5.9 dólares americanos (FOREST TREND, 2016). Se utilizará la fórmula propuesta por López (2015).

La fórmula a utilizar se muestra a continuación:

$$PSA = mgC \times PM$$

Dónde:

mgC= mgC fijados por hectárea.

PM: Precio utilizado para cada tonelada de CO_2e ; para este caso se utilizó el valor de US\$5.9 (FOREST TREND, 2016).

2.6 Instrumentos de recolección de datos

El Instrumento de Inventario de árboles con DAP ≥ 10 cm para la toma de datos fueron generados por el estudiante y posteriormente validados por especialistas en la temática ambiental de bosques en el ecosistema de pantano en Tingana, San Martín.

Los expertos que validaron el instrumento fueron:

- **Especialista en Recursos Naturales** Yakov Quinteros Gómez

CBP N°: 6917

TABLA 2 VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO INVENTARIO DE ÁRBOLES CON DAP ≥ 7.5 CM

Expertos en el tema	N.º de colegiatura	Promedio de porcentaje de valoración	Validación del instrumento
Yakov Quinteros Gómez	CBP N°: 6917	100%	Aceptable

Fuente: Elaboración propia

TABLA 3 CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
1,000	10

Fuente: SPSS

La prueba de Alfa de Cronbach obtuvo como valor 1, lo cual sugiere que el instrumento es adecuado para esta clase de estudio.

2.7. Métodos de análisis de datos

2.7.1. Análisis de datos

En el siguiente proyecto de investigación se tomó los siguientes datos en campo: perímetro y altura de cada individuo en las sub parcela de 20x20m (400m²) de muestra. Los cuales fueron procesados para obtener el área basal, volumen y biomasa aérea; así como la cantidad de carbono fijado por cada una de las especies (Muellerdombois, Dombois - Ellenberg, 1974).

La densidad de la madera (valores) fueron tomados de Global Wood Density Database. Para la fórmula de carbono fijado se usó la propuesta por Rojas et al, 2007; debido a que sea desea obtener el valor más conservador.

Cuando una especie determinada no estaba disponible en esta fuente, se utilizó el valor promedio del nivel taxonómico más alto disponible (Honorio et al., 2015). El análisis estadístico descriptivo fue realizado por variable generándose tablas y gráficas con el programa MegaStat. Los valores de DAP como de altura no poseen una distribución normal por lo que se optó por realizar pruebas no paramétricas que serán realizadas con el software estadístico Statgraphics Centurion XV. Asimismo, se realizaron pruebas de correlación de Pearson entre las variables y pruebas de hipótesis para la contratación de las mismas.

2.8. Aspectos éticos

Antes de las salidas de campo se realizó una reunión participativa con los asociados de Tingana a fin de obtener la autorización para poder ingresar y realizar el estudio en sus bosques.

Nuestro compromiso es de afectar de manera mínima el ecosistema ya que no derribamos árboles y solamente se cortaron ramas de las plantas no conocidas.

Se presenta información obtenida en campo sin ninguna clase de manipulación. Finalmente, se entregará un ejemplar de la tesis a los asociados de Tingana con el fin de incentivar a que se realice más estudios de las especies arbóreas del lugar. Asimismo, el autor se compromete a respetar la propiedad intelectual de los datos.

III. RESULTADOS

3.1. Características de la zona de estudio

La zona de estudio corresponde a un ecosistema de pantano conocido como aguajal denso debido a la cantidad de individuos adultos de la palmera “aguaje” *Mauritia flexuosa*. Se reportaron 646 individuos agrupados en 15 familias, 18 géneros y 18 especies respectivamente. En la tabla 4 se muestra que en el aguajal denso la familia *Arecaceae* (*Mauritia flexuosa*, *Oenocarpus mapora* y *Euterpe precatoria*) tiene 296 individuos (46%) del total de la abundancia registrada en Tingana para individuos con DAP > 10 cm. Otras familias con una abundancia considerable fueron *Clusiaceae* y *Myristicaceae* con 182 y 100 individuos respectivamente. (Tabla N° 4).

Familia	Nombre científico	Abundancia
Annonaceae	<i>Oxandra sphaerocarpa</i> R.E.Fr.	6
	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	21
Arecaceae	<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	264
	<i>Oenocarpus mapora</i> H.Karst.	11
Clusiaceae	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	182
Combretaceae	<i>Terminalia oblonga</i> Steud.	1
Euphorbiaceae	<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	9
	<i>Hura crepitans</i> L.	6
Heliconiaceae	<i>Heliconia</i> sp.	1
Lauraceae	<i>Nectandra pulverulenta</i> Nees	11
Malvaceae	<i>Ceiba samauma</i> K.Schum.	3

Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L.	1
Moraceae	<i>Sorocea muriculata</i> Miq	1
Myristicaceae	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	100
Polygonaceae	<i>Triplaris longifolia</i> Huber	2
Rubiaceae	<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	4
Urticaceae	<i>Coussapoa trinervia</i> Spruce ex Mildbr.	20
Vochysiaceae	<i>Vochysia vismiifolia</i> (Warming) Spruce	3
Total general		646

Tabla 4. Resumen de la vegetación registrada en el estudio de campo.

De esta manera obtenemos que las especies mejor registradas fueron *Mauritia flexuosa*, *Symphonia globulifera* y *Virola elongata* con 40.9%, 28.1% y 15.5% respectivamente.

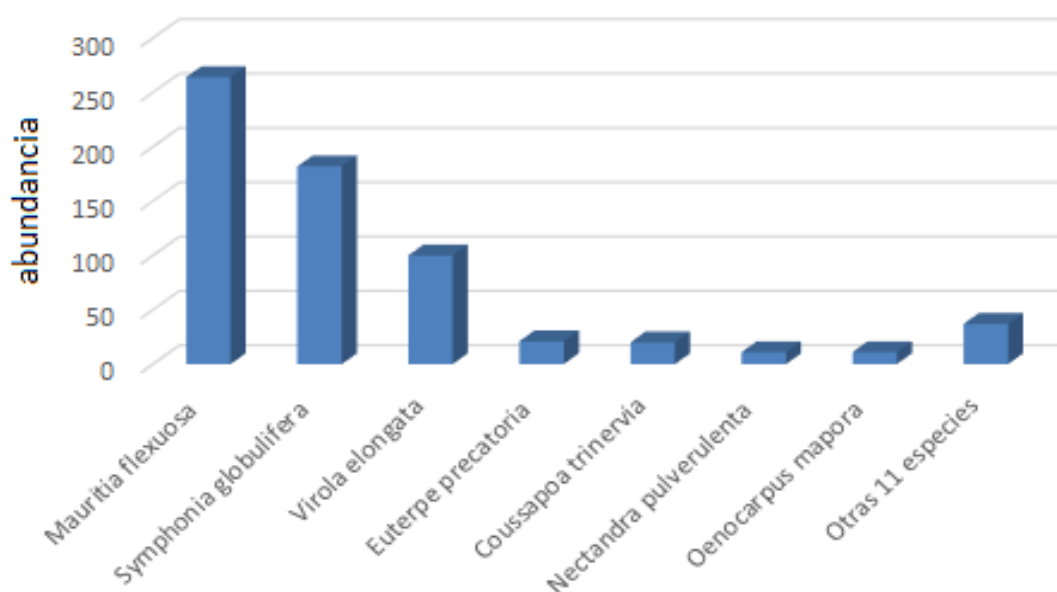


Figura 2. Mayores abundancias registradas en Tingana.

3.2. Estructura y parámetros de la vegetación

Con relación a la estructura de la vegetación tenemos que la menor altura (estructura vertical) registrada fue 0.8 m con *Symphonia globulifera* y la mayor

Mauritia flexuosa con 18 m. Sin embargo, es muy evidente que la mayor altura se encuentra en el intervalo de 8-10 m (Figura 3).

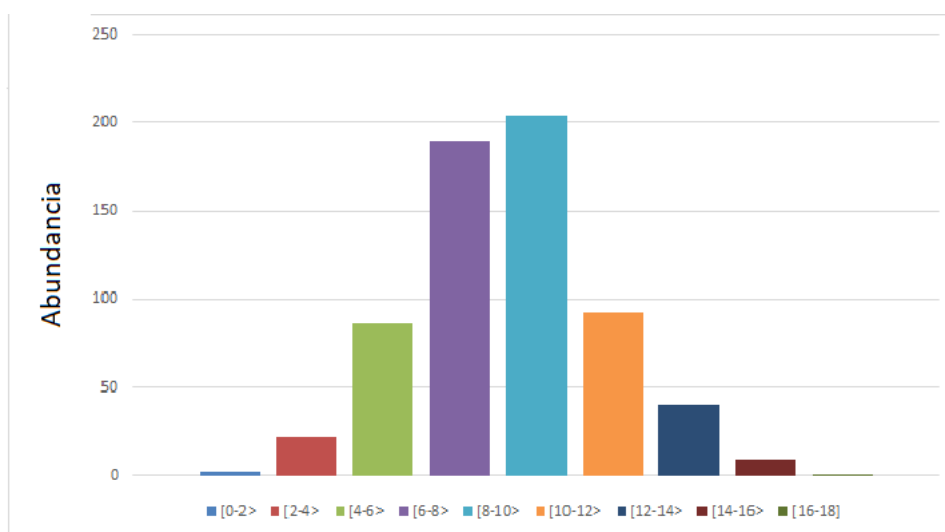


Figura 3. Intervalos de altura de la vegetación registrada en Tingana.

Altura	Abundancia
[0-2>	2
[2-4>	22
[4-6>	86
[6-8>	190
[8-10>	204
[10-12>	92
[12-14>	40
[14-16>	9
[16-18]	1
Total	646

Tabla 5. Rangos de altura de la vegetación registrada en Tingana.

El menor diámetro registrado fue 10.19 cm (*Virola elongata*, *Symphonia globulifera*, *Euterpe precatoria*, *Cedrela odorata*, *Coussapoa trinervia*); el mayor DAP lo tuvo la “moena blanca” *Nectandra pulverulenta* con 106.95 cm (Tabla 6). La estructura horizontal de la vegetación no presenta la clásica “J” invertida. Sin

embargo, es notorio la mayor abundancia en las clases diamétricas menores. Es decir, conforme se va incrementando el diámetro de los árboles la abundancia va disminuyendo.

Clases diamétricas	Abundancia
[10 - 20>	278
[20 - 30>	82
[30 - 40>	183
[40 - 50>	89
[50 - 60>	11
[60 - 70>	0
[70 - 80>	1
[80 - 90>	1
[90 - 100>	0
[100 - 110>	1
Total	646

Tabla 6. Clases diamétricas de la vegetación registrada en Tingana.

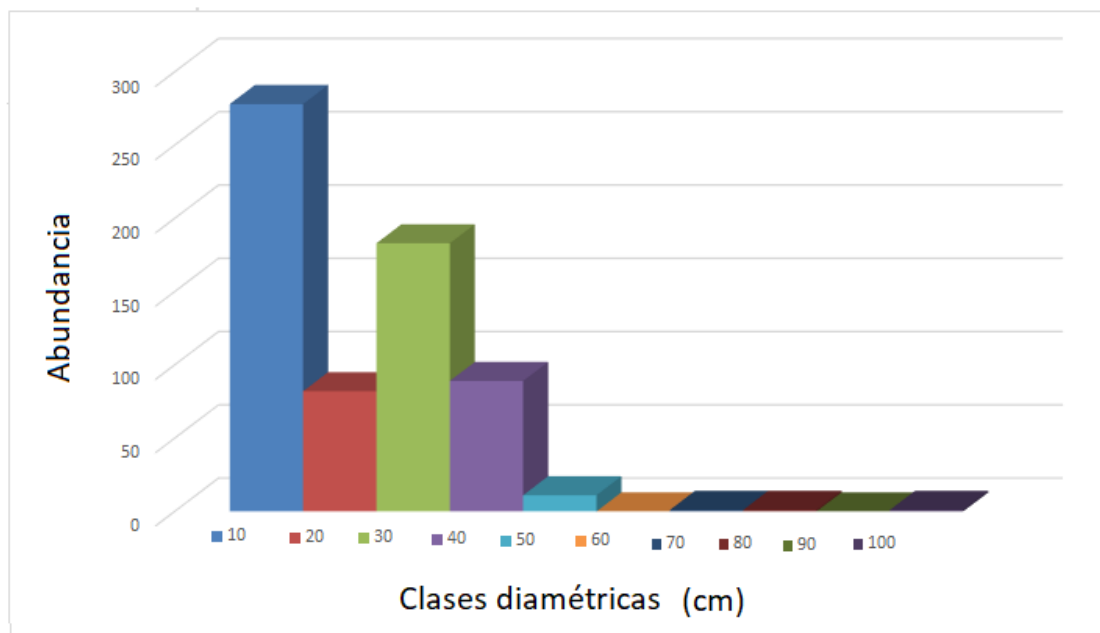


Figura 4. Clases diamétricas de la vegetación registrada en Tingana.

Parámetros evaluados:

Los parámetros evaluados en campo (altura y DAP) nos permiten estimar el volumen, área basal, biomasa y cantidad de carbono fijado en los bosques de Tingana por medio de una serie de fórmulas alométricas ya explicadas en la metodología y que pueden ser mejor apreciados en la Tabla 7.

Parámetros	Valor
Altura (m)	7.67*
DAP (cm)	26.6*
Volumen (m ³ ha ⁻¹)	254.08
Densidad de la madera (g cm ⁻³)	0.54
Área basal (m ² ha ⁻¹)	44.53
Biomasa (Tn ha ⁻¹)	152.56
Stock de carbono (Mg ha ⁻¹)	68.65

Tabla 7. Promedio y valores de las variables evaluadas en la parcela de Tingana, considerando individuos con DAP \geq 10cm. * Promedio

Biomasa

La biomasa es la cantidad de carbono almacenado en el bosque. Es importante conocer la biomasa forestal para elaborar previsiones sobre el ciclo mundial del carbono, que es un elemento de importancia en los estudios sobre el cambio climático (Schegel 2001).

Etiquetas de fila	Biomasa (Tn ha ⁻¹)
<i>Cedrela odorata</i> L.	0.03553874
<i>Ceiba samauma</i> K.Schum.	0.123428553
<i>Coussapoa trinervia</i> Spruce ex Mildbr.	1.272893759
<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	2.153469724
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	1.468244695
<i>Hura crepitans</i> L.	0.292503319
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	86.88564346
<i>Nectandra pulverulenta</i> Nees	7.198657039
<i>Oenocarpus mapora</i> H.Karst.	0.769227594
<i>Oxandra sphaerocarpa</i> R.E.Fr.	0.438052284

<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	0.346741979
<i>Sorocea muriculata</i> Miq	0.06701848
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	28.71338282
<i>Terminalia oblonga</i> Steud.	0.381583185
<i>Triplaris longifolia</i> Huber	0.162155494
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	21.89904097
<i>Vochysia vismiifolia</i> (Warming) Spruce	0.357346704
Total general	152.5649288

Tabla 8. Biomasa por especie en Tingana.

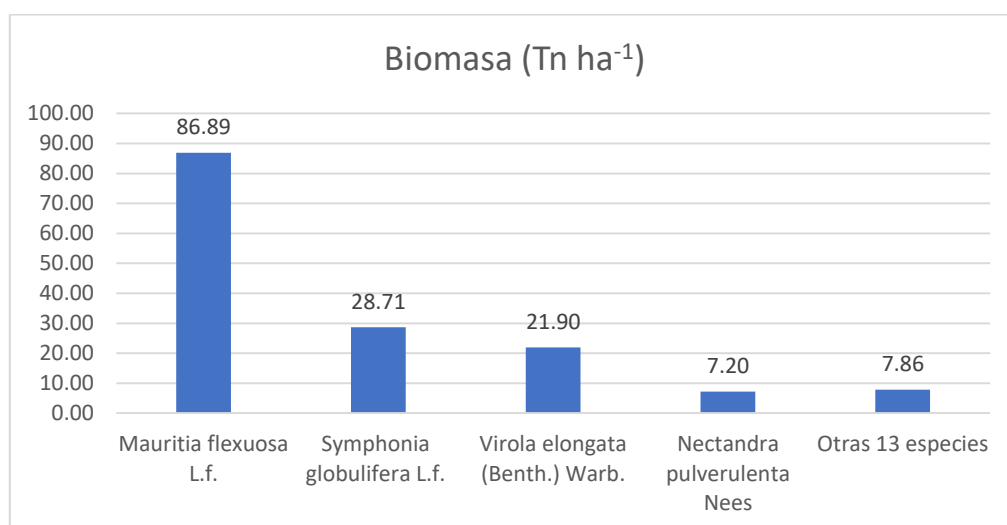


Figura 5. Biomasa de las especies más representativas en Tingana.

Fijación de Carbono

Por Especie

Etiquetas de fila	Carbono fijado
<i>Cedrela odorata</i> L.	0.015992433
<i>Ceiba samauma</i> K.Schum.	0.055542849
<i>Coussapoa trinervia</i> Spruce ex Mildbr.	0.572802192
<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	0.969061376
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	0.660710113
<i>Hura crepitans</i> L.	0.131626494
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	39.09853956
<i>Nectandra pulverulenta</i> Nees	3.239395668
<i>Oenocarpus mapora</i> H.Karst.	0.346152417
<i>Oxandra sphaerocarpa</i> R.E.Fr.	0.197123528
<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	0.15603389
<i>Sorocea muriculata</i> Miq	0.030158316
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	12.92102227
<i>Terminalia oblonga</i> Steud.	0.171712433
<i>Triplaris longifolia</i> Huber	0.072969972
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	9.854568437

Tabla 9. Fijación de Carbono por especie en Tingana.

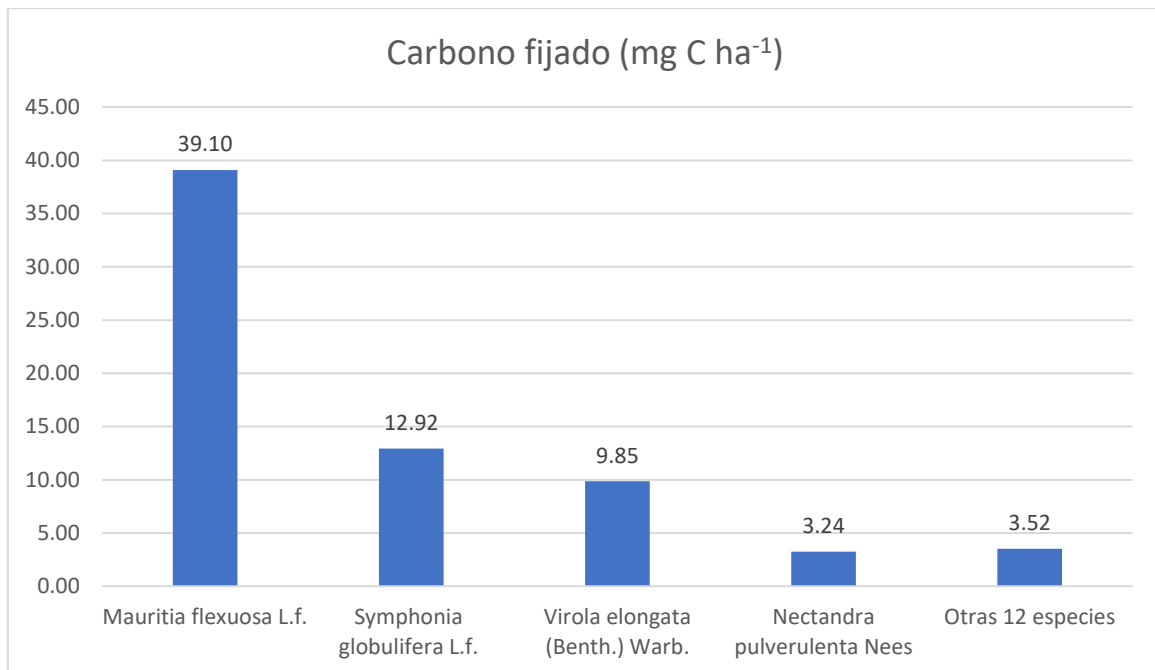


Figura 6. Fijación de Carbono por las especies más representativas en Tingana.

Por familia

Familia	C fijado	C fijado (%)
Arecaceae	40.41	58.87
Clusiaceae	12.92	18.82
Myristicaceae	9.85	14.35
Lauraceae	3.24	4.72
Euphorbiaceae	0.79	1.15
Urticaceae	0.57	0.83
Annonaceae	0.20	0.29
Combretaceae	0.17	0.25
Vochysiaceae	0.16	0.23
Rubiaceae	0.16	0.23
Polygonaceae	0.07	0.11
Malvaceae	0.06	0.08
Moraceae	0.03	0.04
Meliaceae	0.02	0.02
Total general	68.65	100.00

Tabla 10. Fijación de Carbono por familia en Tingana.

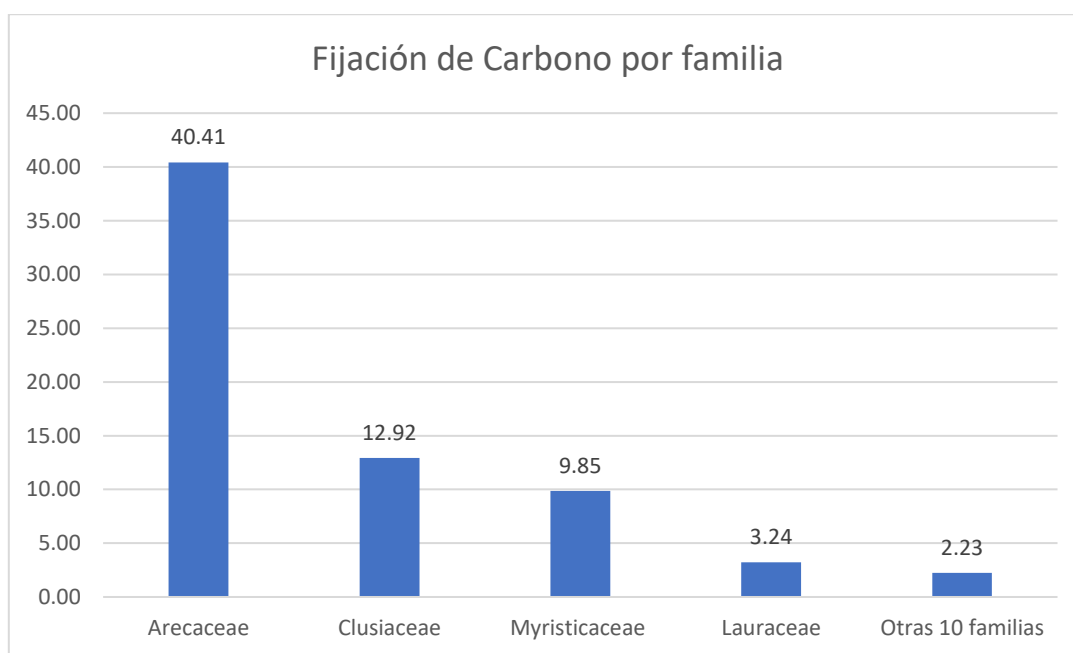


Figura 7. Fijación de Carbono por familias más representativas en Tingana.

Fijación de Carbono por hábito

Etiquetas de fila	Suma de Cantidad de Carbono	%
Árboles	28.24	41%
Palmeras	40.41	59%
Total general	68.65	100%

Tabla 11. Fijación de Carbono por hábito o tipo de crecimiento.

3.3. Pago por servicios ambientales

Se estima que el pago por el servicio ambiental de fijación de carbono en el aguajal de Tingana es de 1556.90 dólares americanos por hectárea.

Familia	(US\$/ha)
Arecaceae	881.71
Clusiaceae	313.60
Myristicaceae	224.27

Lauraceae	71.43
Euphorbiaceae	18.96
Urticaceae	15.54
Rubiaceae	8.57
Annonaceae	8.01
Combretaceae	3.87
Vochysiaceae	3.71
Polygonaceae	2.02
Leguminosae	1.67
Moraceae	1.57
Malvaceae	1.22
Meliaceae	0.73
Picramniaceae	0.02
Total general	1556.90

Tabla 11. Pago por servicios ambientales a nivel de familia.

Las *Arecaceae*, *Clusiaceae* y *Myristicaceae* concentran el (91%) del pago por servicio ambiental de fijación de carbono en bosques de Tingana.

Nombre científico	(US\$/ha)
<i>Mauritia flexuosa</i> L.f.	846.68
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	313.60
<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	224.27
<i>Nectandra pulverulenta</i> Nees	71.43
<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	21.69
<i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão	15.68
<i>Coussapoa trinervia</i> Spruce ex Mildbr.	15.54
<i>Oenocarpus mapora</i> H.Karst.	13.26
<i>Psychotria alba</i> Ruiz & Pav.	8.57
<i>Oxandra sphaerocarpa</i> R.E.Fr.	7.48
<i>Terminalia oblonga</i> Steud.	3.87
<i>Vochysia vismiifolia</i> (Warming) Spruce	3.71
<i>Hura crepitans</i> L.	3.28
<i>Triplaris longifolia</i> Huber	2.02
<i>Sorocea muriculata</i> Miq	1.55
<i>Machaerium floribundum</i> Benth.	1.53
<i>Ceiba samauma</i> K.Schum.	1.22
<i>Cedrela odorata</i> L.	0.57
<i>Guatteria blepharophylla</i> Mart.	0.52
<i>Cedrela montana</i> Turcz.	0.15
<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	0.08
<i>Macrobium bifolium</i> (Aubl.) Pers.	0.08
<i>Inga cinnamomea</i> Spruce ex Benth.	0.07
<i>Picramnia latifolia</i> Tul.	0.02

Malmea cuspidata Diels	0.01
Ficus pertusa L. f.	0.01
Total general	1556.90

Tabla 12. Pago por servicios ambientales a nivel de especies.

Mauritia flexuosa representa el 54% del pago por el servicio ambiental de fijación de carbono en aguajales de Tingana.

3.4 Análisis estadístico

Pruebas de normalidad

Se realizó una prueba de normalidad mediante la gráfica de histograma a fin de verificar si los datos cumplían dicho supuesto. Esto se hace mediante una tabulación de frecuencias dividiendo el rango de DAP (cm) en intervalos del mismo ancho, y contando el número de datos en cada intervalo. Las frecuencias muestran el número de datos en cada intervalo, mientras que las frecuencias relativas muestran las proporciones en cada intervalo.

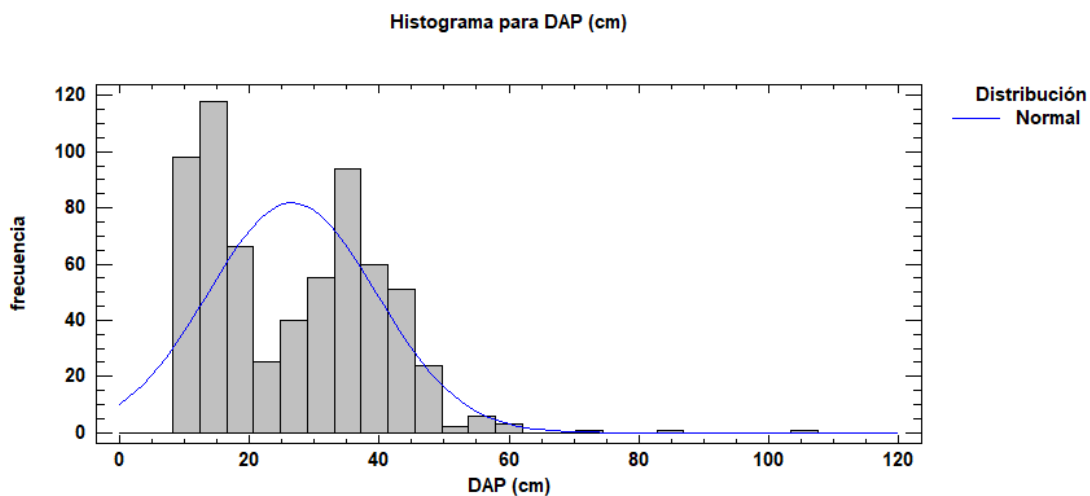


Figura 7. Histograma del DAP para prueba de normalidad de la vegetación registrada en Tingana.

Pruebas de Normalidad para DAP (cm)		
<i>Prueba</i>	<i>Estadístico</i>	<i>Valor-P</i>
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.903777	0.0

Tabla 13. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

La tabla 13 muestra los resultados de diversas pruebas realizadas para determinar si DAP (cm) puede modelarse adecuadamente con una distribución normal. La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos. Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que DAP (cm) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Pruebas de Bondad-de-Ajuste para DAP (cm)
Prueba de Kolmogorov-Smirnov

	<i>Normal</i>
DMAS	0.138328
DMENOS	0.103236
DN	0.138328
Valor-P	0.0

Tabla 14. Prueba de normalidad Kolgomorov-Smirnov.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que DAP (cm) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

El mismo procedimiento fue realizado para la altura (m) mediante una tabulación de frecuencias dividiendo el rango de Altura Total (m) en intervalos del mismo ancho, y contando el número de datos en cada intervalo. Las frecuencias muestran el número de datos en cada intervalo, mientras que las frecuencias relativas muestran las proporciones en cada intervalo.

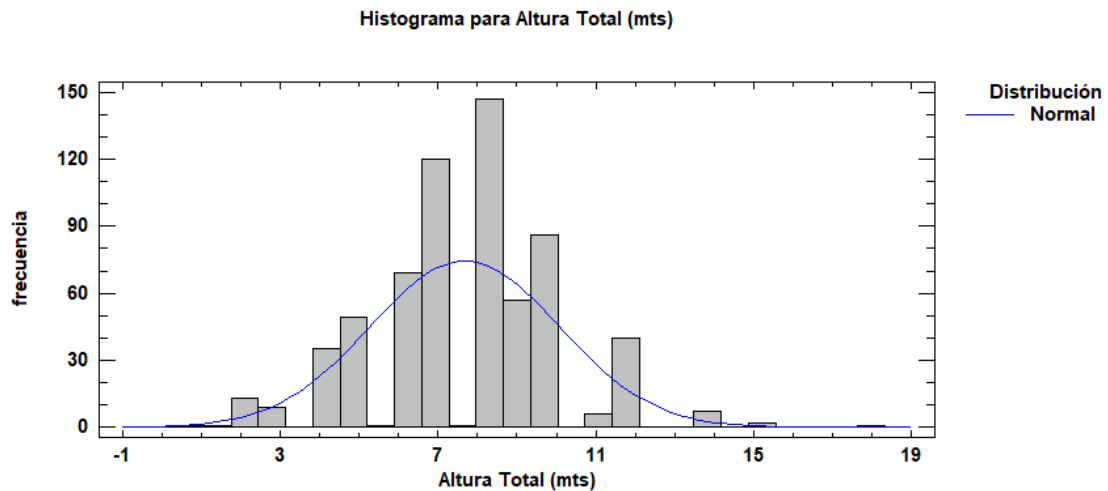


Figura 8. Histograma de la altura para prueba de normalidad.

Pruebas de Normalidad para Altura Total (mts)		
Prueba	Estadístico	Valor-P
Estadístico W de Shapiro-Wilk	0.966032	2.12403E-11

Tabla 15. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk.

La prueba de Shapiro-Wilk está basada en la comparación de los cuartiles de la distribución normal ajustada a los datos. Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que Altura Total (m) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Pruebas de Bondad-de-Ajuste para Altura Total (mts)	
Prueba de Kolmogorov-Smirnov	
	Normal
DMAS	0.136881
DMENOS	0.113024
DN	0.136881
Valor-P	0.0

Tabla 16. Prueba de normalidad Kolgomorov-Smirnov.

Debido a que el valor-P más pequeño de las pruebas realizadas es menor a 0.05, se puede rechazar la idea de que Altura Total (m) proviene de una distribución normal con 95% de confianza.

Debido a que en ambos casos (DAP y altura) no se cumple el supuesto de normalidad, las pruebas a realizar serán de estadística no paramétrica.

Pruebas de regresión simple (Correlación de Pearson)

Correlaciones

	DAP	Área basal	Altura	Volumen	Densidad madera	Biomasa	Carbono
DAP		0.9410	0.1892	0.8368	-0.5493	0.7863	0.7863
		(646)	(646)	(646)	(646)	(646)	(646)
		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Área basal	0.9410		0.2047	0.9402	-0.4113	0.9191	0.9191
	(646)		(646)	(646)	(646)	(646)	(646)
	0.0000		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Altura	0.1892	0.2047		0.4386	0.0264	0.4149	0.4149
	(646)	(646)		(646)	(646)	(646)	(646)
	0.0000	0.0000		0.0000	0.5020	0.0000	0.0000
Volumen	0.8368	0.9402	0.4386		-0.2817	0.9871	0.9871
	(646)	(646)	(646)		(646)	(646)	(646)
	0.0000	0.0000	0.0000		0.0000	0.0000	0.0000
Densidad madera	-0.5493	-0.4113	0.0264	-0.2817		-0.1721	-0.1721
	(646)	(646)	(646)	(646)		(646)	(646)
	0.0000	0.0000	0.5020	0.0000		0.0000	0.0000
Biomasa	0.7863	0.9191	0.4149	0.9871	-0.1721		1.0000
	(646)	(646)	(646)	(646)	(646)		(646)
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000		0.0000
Carbono	0.7863	0.9191	0.4149	0.9871	-0.1721	1.0000	
	(646)	(646)	(646)	(646)	(646)	(646)	
	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	

Tabla 17. Correlación de Pearson entre variables involucradas en el estudio.

La tabla 17 muestra las correlaciones momento producto de Pearson, entre cada par de variables. El rango de estos coeficientes de correlación va de -1 a +1, y miden la fuerza de la relación lineal entre las variables. También se muestra, entre paréntesis, el número de pares de datos utilizados para calcular cada coeficiente. El tercer número en cada bloque de la tabla es un valor-P que prueba la significancia estadística de las correlaciones estimadas. Valores-P abajo de 0.05 indican correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95.0%. Todos los pares de variables tienen valores-P por debajo de 0.05.

DAP vs Biomasa

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Biomasa y DAP. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Biomasa} = -0.282399 + 0.0194812 \cdot \text{DAP}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre biomasa y DAP con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 61.8345% de la variabilidad en Biomasa. El coeficiente de correlación es igual a 0.786349, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables.

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	41.5322	1	41.5322	1043.39	0.0000
Residuo	25.6345	644	0.0398051		
Total (Corr.)	67.1667	645			

Coefficiente de Correlación = 0.786349

R-cuadrada = 61.8345 por ciento

Gráfico del Modelo Ajustado
Biomasa = $-0.282399 + 0.0194812 \cdot \text{DAP}$

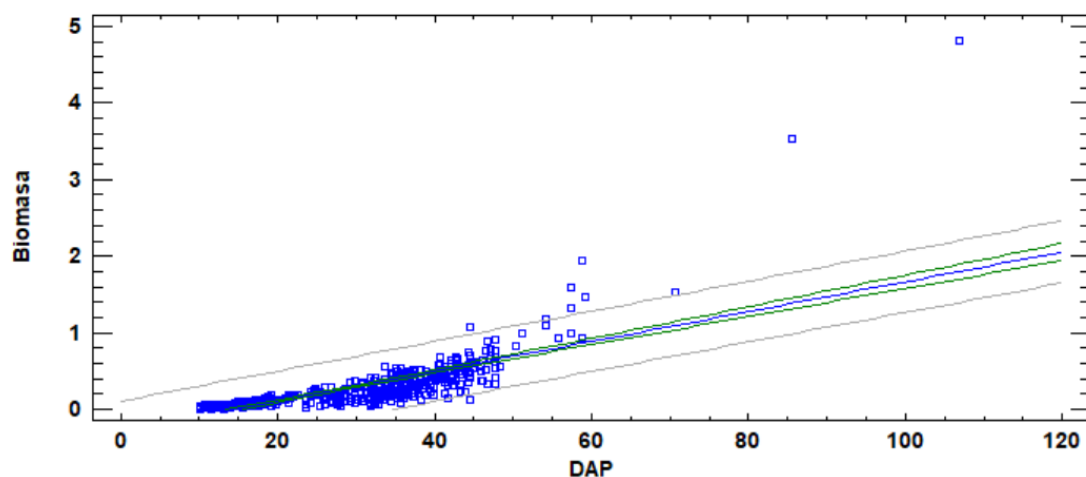


Figura 9. Prueba de correlación de Pearson Biomasa vs DAP.

Densidad de la madera vs Área basal

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Densidad madera y Área basal. La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Densidad madera} = 0.566584 - 0.450395 \cdot \text{Área basal}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre Densidad madera y Área basal con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 16.9166% de la variabilidad en Densidad madera. El coeficiente de correlación es igual a -0.411298, indicando una relación relativamente débil entre las variables.

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0.61295	1	0.61295	131.12	0.0000
Residuo	3.01042	644	0.00467457		
Total (Corr.)	3.62337	645			

Coefficiente de Correlación = -0.411298

R-cuadrada = 16.9166 por ciento

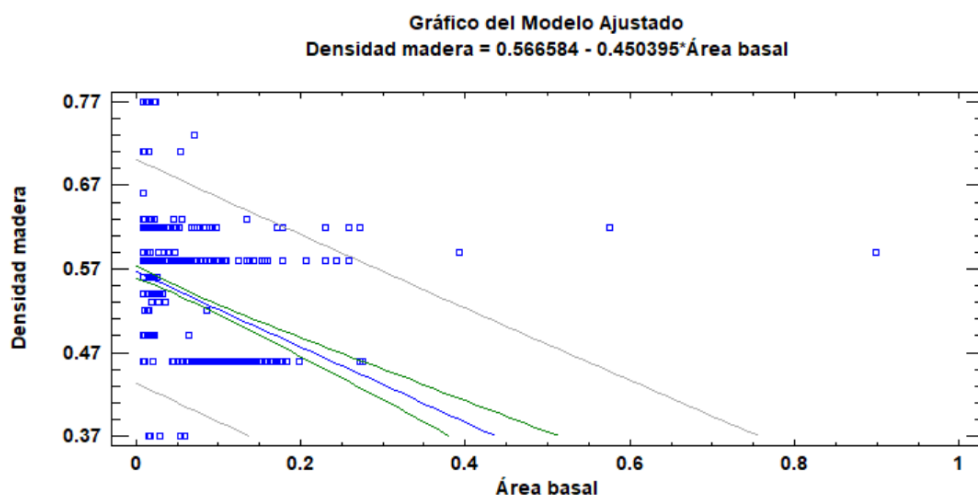


Figura 10. Prueba de correlación de Pearson Densidad de la madera vs. Área basal.

Carbono fijado vs Altura

La salida muestra los resultados de ajustar un modelo lineal para describir la relación entre Carbono fijado y Altura (m). La ecuación del modelo ajustado es

$$\text{Carbono} = -0.0861321 + 0.0251127 \cdot \text{Altura}$$

Puesto que el valor-P en la tabla ANOVA es menor que 0.05, existe una relación estadísticamente significativa entre Carbono fijado y Altura (m) con un nivel de confianza del 95.0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 17.2107% de la variabilidad en Carbono. El coeficiente de correlación es igual a 0.414857, indicando una relación relativamente débil entre las variables, indicando una relación moderadamente fuerte entre las variables.

Análisis de Varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	2.34087	1	2.34087	133.88	0.0000
Residuo	11.2604	644	0.0174851		
Total (Corr.)	13.6013	645			

Coefficiente de Correlación = 0.414857

R-cuadrada = 17.2107 por ciento

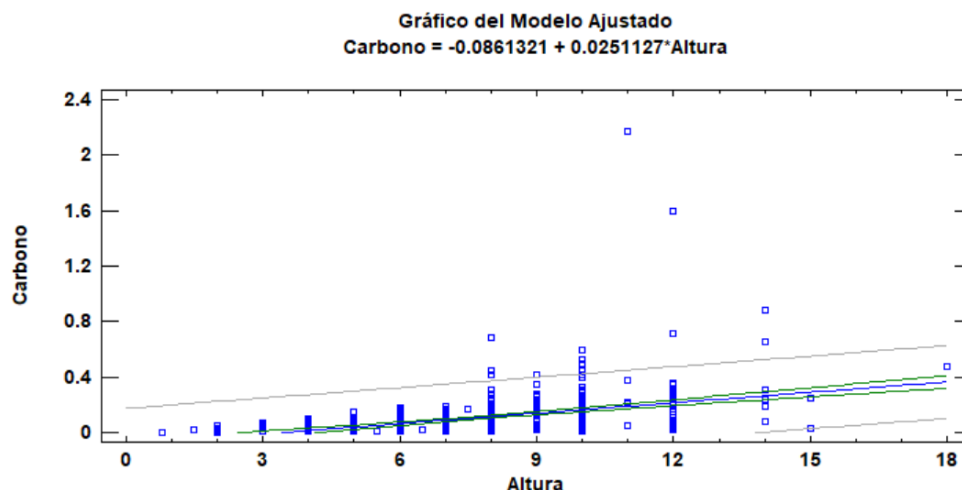


Figura 11. Prueba de correlación de Pearson Carbono fijado vs. Altura.

Contrastación de Hipótesis General

- ✓ El pago por servicios ambientales en un bosque de aguajal en el Alto Mayo es > a las estimaciones realizadas en el Pacaya Samiria (Loreto) y basado en sus características estructurales.

- ✓ $H_0: \mu \text{ Tingana} > \mu \text{ Pacaya Samiria}$
- ✓ $H_a: \mu \text{ Tingana} \leq \mu \text{ Pacaya Samiria}$

De los resultados obtenidos se establece que el pago por servicios ambientales de fijación de Carbono en bosques de Tingana es menor que los bosques ubicados en Loreto; por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Contrastación de Hipótesis específica 1

- ✓ La estructura horizontal y vertical de la vegetación en un bosque de pantano en el Alto Mayo tiene valores mayores o iguales a 30 cm de DAP y 10 m de altura respectivamente.

$H_0: \mu_{\text{estructural}} \geq 30 \text{ cm (DAP) y } 10 \text{ m (altura)}$

$H_a: \mu_{\text{estructural}} < 30 \text{ cm (DAP) y } 10 \text{ m (altura)}$

De los resultados obtenidos se establece que la estructura del bosque de Tingana tuvo como características principales 26.6 cm de DAP y 7.67 m de altura por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Contrastación de Hipótesis específica 2

- ✓ La cantidad de carbono fijado en la biomasa aérea de la familia Arecaceae es mayor a las 30 Mg C ha⁻¹.

$H_0: \mu \geq 30 \text{ Mg C ha}^{-1}$

$H_a: \mu < 30 \text{ Mg C ha}^{-1}$

De los resultados obtenidos se establece que el carbono almacenado en la biomasa aérea en un bosque de Tingana fue de 40.41 MgCha⁻¹ por lo que procedemos a aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alternativa.

Contrastación de Hipótesis específica 3

- ✓ Los individuos arbóreos en un bosque de pantano en el Alto Mayo fijan al menos el 60% de Carbono de la biomasa del bosque.

H₀: μ Fijación de Carbono (arbóreos) \geq 0.6 Carbono total fijado (MgCha⁻¹)

H_a: μ Fijación de Carbono (arbóreos) $<$ 0.6 Carbono total fijado (MgCha⁻¹)

De los resultados obtenidos se establece que el carbono almacenado por los individuos arbóreos en el bosque de Tingana solo representa el 41% del total por lo que se resuelve a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa.

Análisis de componentes principales

El propósito del análisis es obtener un número reducido de combinaciones lineales de las 7 variables que expliquen la mayor variabilidad en los datos. En este caso, 2 componentes han sido extraídos. En conjunto ellos explican 86.9% de la variabilidad en los datos originales.

Análisis de Componentes Principales

<i>Componente</i>		<i>Porcentaje de</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>Número</i>	<i>Eigenvalor</i>	<i>Varianza</i>	<i>Acumulado</i>
1	5.15029	73.576	73.576
2	0.931973	13.314	86.889
3	0.675393	9.648	96.538
4	0.223134	3.188	99.726
5	0.0110964	0.159	99.884
6	0.00811471	0.116	100.000
7	8.67462E-16	0.000	100.000

Tabla 18. Análisis de Componentes Principales.

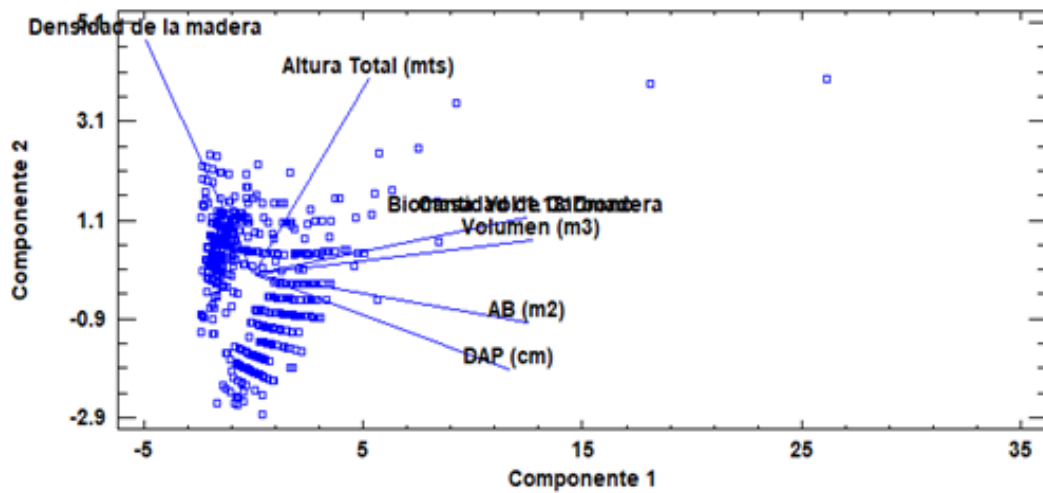


Figura 12. Análisis de Componentes Principales.

De esta gráfica podemos interpretar que el primer componente agrupa a 6 variables (DAP, Área basal, altura, Volumen, Biomasa y carbono fijado) y que éstas tienen algún grado de relación entre ellas ya que en conjunto acumulan el 73.57% de la varianza del sistema mientras que la densidad de la madera mostró un 13.31% de variabilidad.

IV. Discusión

En la caracterización del área de estudio se encontraron 646 individuos, teniendo como especie dominante a *Mauritia flexuosa*, especie conocida como como “aguaje”. A partir de esta información podemos decir que el tipo de bosque en el que se realizó la investigación corresponde a un aguajal denso de acuerdo a la clasificación de (Gonzales 1987; Kalliola et al. 1991; Carrera 2000; Cabrera 2014). Los resultados encontrados en esta investigación son inferiores a los encontrados FREITAS *et al.* (2006) en aguajales de Loreto con 432 y 380 individuos respectivamente.

De igual manera que en otros estudios en ecosistemas inundables, las familias Arecaceae, Myristicaceae y Clusiaceae resultaron entre las más abundantes. Sin embargo, a diferencia de otros ecosistemas inundables no se observó una distribución en forma de “J invertida (Wittman et al. 2006; Gutiérrez et al. 2015; Quinteros et al. 2016).

Los resultados a nivel de estructura del bosque de Tingana, poco coinciden con otros estudios similares por lo que resulta evidente que se tratan de distintas unidades del paisaje mixto (altitud) ≤ 120 a pesar de ser similares formaciones vegetales (Gentry 1988; Gentry and Ortiz 1993; Camarero and Gutiérrez 1999; Wittman et al. 2006).

Los aguajales de Tingana resultaron menos diversos que otros aguajales de tierras bajas, en relación al número de especies (riqueza encontrada) y especies compartidas (Ter Steege et al. 2013; Fauset et al. 2015).

Concordamos plenamente con la afirmación de Honorio et al. (2015) quienes mencionan que la estructura de los boques se puede determinar mediante el diámetro, altura y densidad de madera, variables (factores) muy importantes en la estimación de las reservas de carbono de un bosque. De esta manera, el método de parcelas en zonas inundables y/o pantanosas resulta primordial a fin de captar diferencias estructurales del bosque de manera que éstas nos permiten realizar estimaciones más acertadas.

No se observó una distribución de “J invertida”, debido a la gran cantidad de individuos adultos de *Mauritia flexuosa*. Esto se debe especialmente a que esta especie concentra su edad adulta a partir del establecimiento de un estípite que en general, tiene una medida mayor o igual a los 25 cm de DAP por lo que el intervalo de 20 – 30 cm no concentra la mayor cantidad de individuos, ya que al tratarse de una especie heliófila en su fase juvenil-adulta ocurre competencia por la luz y por ocupar un espacio en el dosel superior o emergente (Rodríguez & Brenes 2009, Gutiérrez et al. 2015)

Las tres especies dominantes en el estudio (*Mauritia flexuosa*, *Symphonia globulifera* y *Virola elongata*) contribuyen de manera considerable con los estimados de área basal, biomasa y fijación de carbono, lo que coincide con la bibliografía que también las considera como especies hiperdominantes (Camarero & Gutiérrez 1999, Quinto & Moreno 2014, Fauset et al. 2015).

Encontramos que la fijación de carbono estimada por hectárea fue 68.65MgCha^{-1} valores superiores a los que reporta CAÑARI y PANDURO (2014) que fue solamente de 22.30 mgCha^{-1} (con 143 individuos de *Mauritia flexuosa*). Entendemos que esta diferencia es debida a la gran cantidad de palmeras adultas encontradas en el presente estudio.

El almacenamiento de Carbono en biomasa aérea de las palmeras de la familia Arecaceae fue muy alto (40.41 mgCha^{-1}), casi del 59% del total. Valor muy similar al indicado por Espinoza et al. (2014) que fue de 37.44 mgC/ha . Sin embargo, aún se encuentra muy por debajo de Guzmán (2004) citado por RAINFOREST ALLIANCE (2015) quién reportó un valor de 480 mg/ha de carbono almacenado en la biomasa aérea de las palmeras. Estas diferencias pueden deberse al método empleado (destrutivo) que considera también las hojas senescentes que se encuentran aún adheridas a la palmera, además de la altura, ya que, en Madre de Dios, la altura de los individuos de *Mauritia flexuosa* puede llegar a ser mayor a los 30 m.

Honorio et al. (2015) en un estudio realizado en Ucayali y Loreto encontraron que los aguajales fijan en promedio 105.6 mgC/ha, valor superior en casi 40% a lo encontrado en el presente estudio. La diferencia de los valores se debe a las distintas fórmulas alométricas utilizadas para estimar la biomasa y el carbono fijado. Asimismo, es destacable considerar que según Fauset et al. (2015), estas diferencias pueden deberse también a factores abióticos como HR (%), características del suelo, temporadas de lluvias e inundación; pero especialmente a la altitud ya que en los ecosistemas antes citados (zonas bajas de várzea con altitudes no mayores a los 100 msnm) la riqueza, densidad, y el estimado de carbono fijado es, en general, mayor que en los ecosistemas de piedemonte oriental (Ter Steege et al. 2013). En este sentido, Leblanc et al. (2006) y García et al. (2012) encontraron 96 MgCha⁻¹ en bosques temporalmente inundables, valor superior (pero dentro de los rangos normales de bosques de várzea) a lo encontrado en la presente investigación. También se sospecha que la aplicación de distintas fórmulas alométricas, además de la zona de estudio (altitud 860 msnm) pueda explicar dicha diferencia.

Existe fuerte relación entre todas las variables, excepto entre todas vs la densidad de la madera. En primer lugar, dichos valores (Correlación de Pearson) se encuentran entre 0.405 (Biomasa vs altura) hasta 0.987 (volumen vs Biomasa; volumen vs Carbono fijado) con p Valor = 0 en todos los casos. Por el contrario, se reportaron relaciones no significativas en todas las pruebas de correlación en que estuvo involucrada la densidad de la madera.

Los resultados de la presente investigación resultaron muy particulares ya que poco coinciden con estudios similares. Consideramos que éstas son producto de las distintas condiciones abióticas que en se encuentran ubicadas las zonas de estudio. Además, consideramos importante este estudio debido a que no existen datos de investigaciones en aguajales de altura (piedemonte) que reporten las mismas variables evaluadas.

V. Conclusiones

- ✓ El pago de servicios ambientales por almacenamiento de CO_2 en vegetación representativa de aguajales de alto Mayo río Avisado-Tingana de Moyobamba, San Martín corresponde a un estimado de 1556.9 dólares americanos por hectárea al año.
- ✓ Las características a nivel estructural (estructura horizontal y vertical) de la vegetación de aguajales de alto Mayo río Avisado-Tingana de Moyobamba, San Martín son en promedio 26.6 cm de DAP y 7.67 m de altura. Además, no se encontró una distribución de "J" invertida.
- ✓ La cantidad de carbono fijado en la biomasa aérea de las tres principales familias botánicas fueron: Arecaceae, Clusiaceae y Myristicaceae con 40.41, 12.92 y 9.85 mgCha^{-1} .
- ✓ La cantidad de carbono fijado en la biomasa aérea de acuerdo al hábito de los individuos fue: árboles 41% y palmeras 59%.

VI. Recomendaciones

- ✓ Continuar tipo de estudios debido a la importancia ecológica de la zona, además de la gran cantidad de formación vegetal, fauna-zona.
- ✓ Realizar nuevos estudios incluyendo la variable necromasa
- ✓ Valorizar la importancia de tingana mediante publicaciones científicas.

VII. Referencias Bibliográficas

Abreu, José L. Hipótesis, Métodos y diseños de investigación [en línea]. México, Daena. 2012, pp.11.

Arango Castaño, B. E. Sumideros de carbono en el marco del Protocolo de Kioto [en línea]. 2011, pp.13-21. [Consulta: 15 de setiembre del 2016].ISSN-e 2027-9442.

Arevalo D. Carla D. Medición de carbono del estrato arbóreo en un área del bosque natural Tinajillas-Limón Indanza. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental [en línea]. Ecuador. 2015, pp.187.

Botrel RT, Oliveira Filho AT, Rodrigues LA, N Curi (2002) Influence of soils and topography on the variations of species composition and structure of the community of trees and shrubs of a tropical semideciduous forest in Ingaí, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 25:195- 213. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-84042002000200008>

Brako L, J Zarucchi (1993) Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru [Catálogo de las angiospermas y gimnospermas del Perú. *Systematic Botany Monographs*. Missouri Botanical Garden 45: 1286 pp.

Camarero JJ, E Gutiérrez (1999) Structure and Recent Recruitment at Alpine Forest-Pasture Ecotones in the Spanish Central Pyrenees. *Écoscience* 6:451–464. <https://doi.org/10.1080/11956860.1999.11682540>.

Carrera L (2000) Aguaje (*Mauritia flexuosa*) a promising crop of the Peruvian Amazon. *Acta Horticulturae* 531: 229–235. doi: 10.17660/ActaHortic.2000.531.37

Cañari Espinosa, A., & panduro Pisco, G. Fijación y almacenamiento de carbono en plantaciones de palma aceitera en el eje de la carretera Neshuya-Curimaná,

provincia de Padre Abad, región Ucayali [en línea]. Tzhoecoen V.6 (2). 2014, 201-226 pp.

Colwell, R.K. (2013). EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9. purl.oclc.org/estimates.

Duivenvoorden JF, Duque A, Cavelier J, Garcia A, Grandez C, Macia MJ, Romerosaltos H, Sanchez M, R Valencia (2005) Density and diversity of plants in relation to soil nutrient reserves in well-drained upland forests in the north-western Amazon basin. *Biologiske Skrifter*, 55: 25-35.

Endress BA, Horn CM, MP Gilmore (2013) *Mauritia flexuosa* palm swamps: composition, structure and implications for conservation and management. *Forest Ecology Management* 302, 346–353. doi: 0.1016/j.foreco.2013.03.051.

Espinoza Pérez, D. M., Miranda Ruíz, E., & Panduro Pisco, G. Almacenamiento y fijación de carbono en una plantación de aguaje (*Mauritia flexuosa*) y palma aceitera (*Elaeis guineensis*) en campus de la Universidad Nacional de Ucayali [en línea]. Tzhoecoen V.6 (2). 2014, pp.153-164.

FOREST TRENDS. Getting Started: Un Manual Introductorio para Evaluar y Desarrollar Pagos por Servicios Ambientales [en línea]. Grupo Katoomba, Australia. 2007, pp.71. [Consulta: 29 de Setiembre del 2016].

GARCÍA Soria, D., HONORIO Coronado, E., & DEL CASTILLO, D. Determinación del stock de carbono en aguajales de la cuenca del río aguaytía, Ucayali-Perú [en línea]. *Folia Amazónica*.V: 21(1-2). 2012, pp.1-8.

Fauset S, Johnson MO, Gloor E et al. (84 more authors) (2015) Hyperdominance in Amazonian forest carbon cycling. *Nature Communications*, 6. ARTN 6857. doi:10.1038/ncomms7857

Freitas L, Otárola E, del Castillo D, Linares C, Martínez P, D Malca (2006) Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del

ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto-Perú. Documento Técnico N° 29. IAAP. Dominius Publicidad. Iquitos-Perú.

Freitas L, H. Flores (2015) Condición silvicultural de la palmera *Mauritia flexuosa* L.f. en el ecosistema “aguajal” de Parinari, Loreto, Perú. *Folia Amazónica* 24(2): 155-162. <https://doi.org/10.24841/fa.v24i2>

GORESAM. Análisis económico del impacto del desarrollo alternativo, en relación a la deforestación y la actividad colera. San Martín 2014, pp.105.

García-Villacorta R (2009) Diversidad, composición y estructura de un hábitat altamente amenazado: los bosques estacionalmente secos de Tarapoto, Perú. *Revista Peruana de Biología* 16(1):81-92.

Gentry AH (1988) Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75:1-34.

Gentry AH, R Ortiz (1993) Patrones de Composición Florística en la Amazonía Peruana. *Amazonía Peruana*. In Kalliolla, R; Puhakka, M. y Danjoy, W. (Eds) *Vegetación húmeda tropical en el llano subandino*. p. 155- 166.

González-B V (1987). *Los morichales de los Llanos Orientales un enfoque ecológico*. Ediciones Corpoven. Caracas. 56 pp.

González-B V, and A Rial (2013) Terminología y tipos de agrupación de *Mauritia flexuosa* según el paisaje. Capítulo 4. Pp. 75-84. En: Lasso, C. A., A. Rial y V. González-B. (Editores). 2013. VII. Morichales y canangunchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia - Venezuela. Parte I. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia.

Gutiérrez A, García F, Rojas S, F Castro (2015) Parcela permanente de monitoreo de bosque de galería, en Puerto Gaitán, Meta. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 16(1)113-129.

Honorio CE, Vega AJ, MN Corrales (2015) Diversidad, estructura y carbono de los bosques aluviales del noreste peruano. *Folia Amazónica* 24(19):55-70. doi: 10.24841/fa.v24i1.59

Horn CP, Wesselingh H, ter Steege MA, Bermudez A, Mora J, Sevink I, Sanmartín A, Sanchez-Meseguer CL, Anderson JP, Figueiredo C, Jaramillo D, Riff FR, Negri H, Hooghiemstra, J Lundberg, T Stadler, Särkinen, A Antonelli (2010) Amazonia through time: Andean uplift, climate change, landscape evolution and biodiversity. *Science* 330:927-931.

Horn CM, Gilmore MP, BA Endress (2012) Ecological and socio-economic factors influencing aguaje (*Mauritia flexuosa*) resource management in two indigenous communities in the Peruvian Amazon. *Forest Ecology Management* 267:93–103. doi: 10.1016/j.foreco.2011.11.040

Huamán Turgo, Lezeth K. Valoración del uso de especies arbóreas empleadas por la comunidad Shampuyacu para su conservación y uso sostenible. *Bosque premontano de San Martín, Perú*. 2014, pp.36.

IPCC. Cambio climático y biodiversidad 2002, pp.93. ISBN:92-9169-104-7.

Lasso, C. A., Rial, A., & González B. , V. Morichales y cananguchales de la Orinoquia y Amazonia: Colombia-Venezuela. Parte I. Bogotá, Colombia: Serie editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia.

Junk WJ, Fernandez MT, Schongart J, Cohn-Haft M, Marion JA, F Wittmann (2011) A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. *Wetlands* 31:623-640. doi: 10.1007/s13157-011-0190-7.

Kalliola R, Puhakka M, Salo J, Tuomisto H, K Ruokolainen (1991) The dynamics, distribution and classification of swamp vegetation in Peruvian Amazonia. *Annales Botanici Fennici*. 28, 225-239.

Leblanc, H., Russo, J. R., Cueva, J., & Subia, E. Fijación de carbono en palma aceitera en la región tropical húmeda de Costa Rica. *Tierra Tropical*;V: 2(2). 2006, pp.143-148.

Llerena C., S. Yalle (2014). Los servicios ecosistémicos en el Perú. *Xilema* 27:62-75.

Mcbride, JF (1960) *Palmae*. In *Flora of Peru*. Botanical Series vol. 13, Part IIIA. Field Museum of Natural History. 13:321-418.

Proyecto Especial Alto Mayo (PEAM) (2004) *Boletín Meteorológico e Hidrológico del Alto Mayo, 1996 –2004*. Moyobamba, Departamento de San Martín, Perú.

Phillips O, Hall R, Gentry AR, Sayer SA, R Vizquez (1994) Dynamics and species richness of tropical forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. USA 91(7):2805-2809.

Pitman N, Terborgh J, Silman MR, P Nuñez (1999) Tree species distributions in an upper Amazonian forest. *Ecology*, 80(8):2651-2661. doi: 10.1890/0012-9658(1999)080[2651:TSDIAU]2.0.CO;2

Pitman NC, Andino JEG, Aulestia M, Cerón CE, Neill DA, Palacios W, Rivas-Torres G, Silman MR, JW Terborgh (2014). Distribution and abundance of tree species in swamp forests of Amazonian Ecuador. *Ecography*, 37:902-915. doi: 10.1111/ecog.00774.

Quinteros GY, Roca AF, V Quinteros (2016) Ecología, uso y conservación de los aguajales en el Alto Mayo, San Martín. Un estudio sobre las concentraciones de *Mauritia flexuosa* en la selva peruana. In: Lasso, Colonnello G., Moraes M. (Eds),

Morichales, Cananguchales y otros palmares inundables de Suramérica Parte II: Colombia, Venezuela, Brasil, Perú, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Argentina.

Rojas GF, RLVillers (2008) Estimación de la biomasa forestal del Parque Nacional Malinche: Tlaxcala-Puebla. Rev. Ciencia Forestal en México 33(104):59-86. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v25n1.40382>

Rull V. 2004. Biogeografía histórica de las Tierras Altas de Guayana y origen de la biodiversidad neotropical. Orsis 19: 37-48.

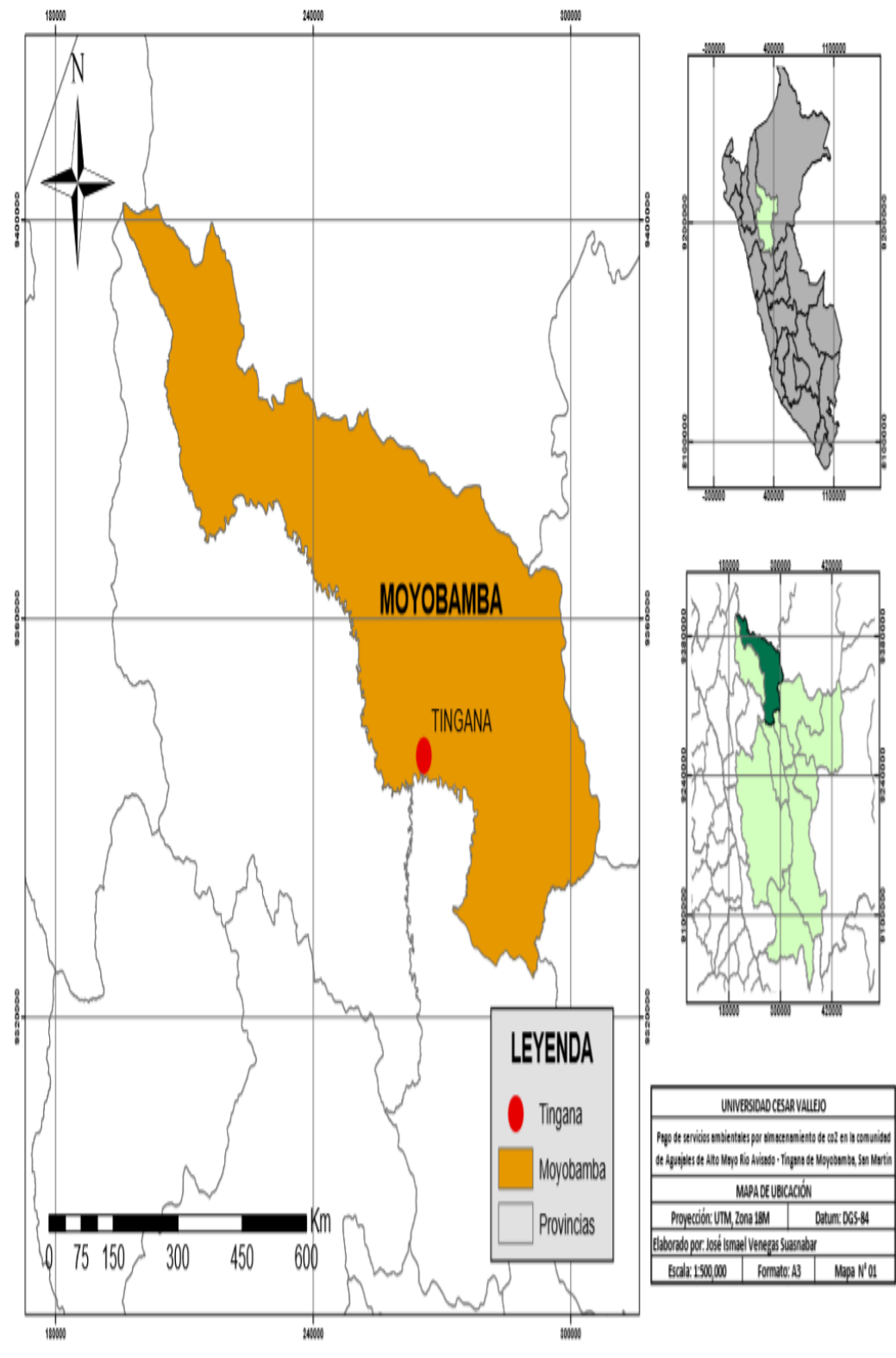
ter Steege H, ATDN, RAINFOR (2010) Contribution of current and historical processes to patterns of tree diversity and composition of the Amazon. In: Hoorn, C. & Wesselingh, F. (eds.) Amazonia, landscape and species evolution: a look into the past, pp. 349–359. Wiley, Oxford, UK.

ter Steege H. et al., Science 342, 1243092 (2013). doi: 10.1126/science.1243092

Wittmann F, Schongart J, Montero JC, Motzer T, Junk WJ, Piedade MTF, Queiroz HL, M Worbes M (2006) Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. Journal of Biogeography 33:1334-1347.

ANEXO N° 1:Ubicación de la zona

MAPA DE UBICACIÓN



ANEXO N°2 :Ubicación de puntos de muestreo

MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO

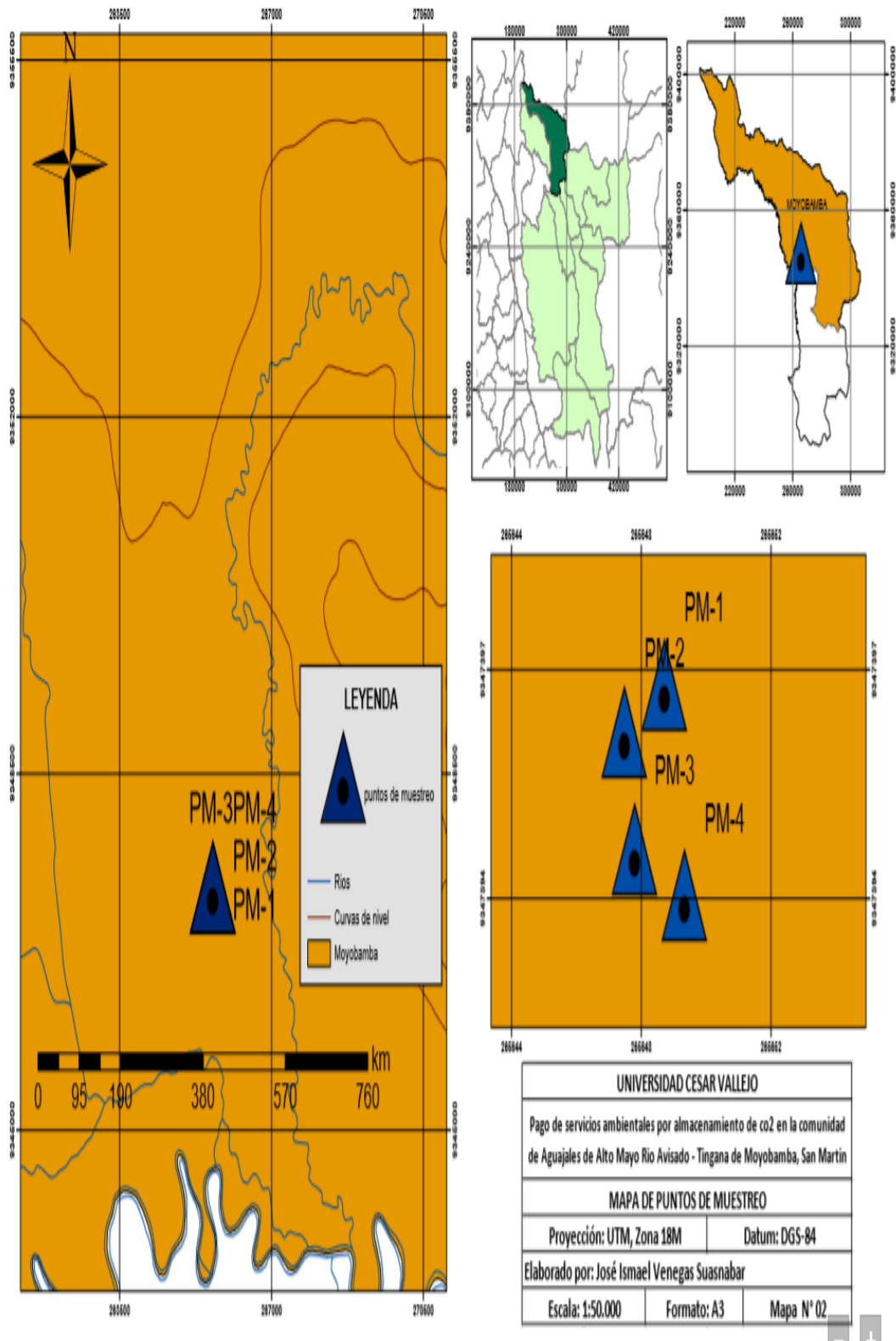




Figura 1 Medicion del area de recolección de datos




Figura 2 Medición del DAP



Figura 3 Colocación de rafia en todo el perímetro de 100mts x 100mts

Feedback Studio - Mozilla Firefox
 https://ev.turnitin.com/npp/carta/es/?s=1&o=982955030&lang=es&u=1051031624

feedback studio Jose Venegas PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES POR ALMACENAMIENTO DE CO2 EN LA COMUNIDAD DE AGUAJALES DE ALTO MAYO RIO AVISADO -TINGANA DE MOYOBAMBA, SAN MARTÍN /100 26 de 33



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES POR ALMACENAMIENTO DE CO2 EN LA COMUNIDAD DE AGUAJALES DE ALTO MAYO RIO AVISADO -TINGANA DE MOYOBAMBA, SAN MARTÍN

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL

Autor:
 VENEGAS SUASNABAR, José Ismael

Asesor Temático:
 Dr. BENITES ALFARO, Elmer

Asesor Metodológico:

Resumen de coincidencias

23 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias			
23	1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
	2	repositoriodigital.uns.e... Fuente de Internet	1 %
	3	editorial.ucsq.edu.ec Fuente de Internet	1 %
	4	repositorio.humboldt.or... Fuente de Internet	1 %
	5	Entregado a Universitat... Trabajo del estudiante	1 %
	6	faclex.fao.org Fuente de Internet	1 %
	7	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
	8	ensayosamazonicos.bl... Fuente de Internet	1 %
	9	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %
	10	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
	11	tesis.pucp.edu.pe	<1 %

Página: 1 de 68 Número de palabras: 14193 Text-only Report High Resolution Activado

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

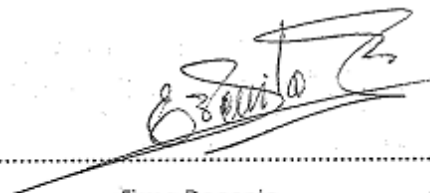
Yo, Eimer Benityes Alfaro., docente de la Facultad de INGENIERÍA y Escuela Profesional de ING. AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo - LN revisor (a) de la tesis titulada:.....

“Pago de servicios ambientales por almacenamiento de CO_{2e} en la comunidad de aguajales de Alto Mayo Rio Avisado -Tingana De Moyobamba, San Martín”

del (la) estudiante... VENEGAS SUASNABAR, José Ismael, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23.% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 20 DE JULIO..de 2018



Firma Docente
 DNI: ...07867259

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



ACTA DE AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Código : FCB-PP-PR-02.02
 Versión : 09
 Fecha : 23-03-2018
 Página : 1 de 1

Yo José Ismael Vences Suarez identificado con DNI N° 41906636
 Egresado de la Escuela Profesional de Eng. Ambiental de la
 Universidad César Vallejo, autorizo No autorizo () la divulgación y comunicación pública
 de mi trabajo de investigación titulado

"Pago de Servicio ambiental por absorción de CO₂ en la Comunidad de campesinos de alta zona agrícola - Tuzco de Moyobamba - San Martín"

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....


 FIRMA
 DNI: 41906636

FECH 21 de febr DEL 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE
LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:|

VENEGAS SUASNABAR JOSE ISMAEL

INFORME TITULADO:

PAGO DE SERVICIOS AMBIENTALES POR ALMACENAMIENTO DE CO2
EN LA COMUNIDAD DE AGUAJALES DE ALTO MAYO RIO AVISADO -
TINGANA DE MOYOBAMBA, SAN MARTIN

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO (A) AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA: 21 de julio de 2018

NOTA O MENCIÓN: 16

