

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente



TÍTULO

**Determinación de la cantidad de carbono secuestrado por los
cocos de castaña (*Bertholletia excelsa* Humbolt y Bonpland)
en una área castañera del departamento de Madre de Dios**

Tesis Para Optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente

PRESENTADO POR:

Bach. ZENaida CHULLA PFURO

Asesor:

Ing. Mishari Rolando García Roca

Coasesores:

Blga. M.Sc. Sonia Pilar Yufra Cruz

Ing. Joel Peña Valdeiglesias

MADRE DE DIOS-PERÚ

2009



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y
Medio Ambiente**

TESIS

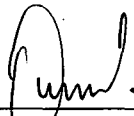
**Determinación de la cantidad de carbono secuestrado por los
cocos de castaña (*Bertholletia excelsa Humbolt y Bonpland*)
en una área castañera del departamento de Madre de Dios.**

PRESENTADO POR:

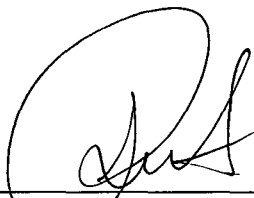
ZENAIDA CHULLA PFURO

Bachiller en Ingeniería Forestal y Medio Ambiente

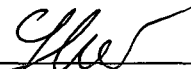
**Tesis sustentada y aprobada por los jurados y patrocinador de la
presente investigación.**



Ing. Gabriel Alarcón Aguirre
Primer Jurado Calificador



Ing. Ronald Rojas Villalobos
Segundo Jurado Calificador



Blgo. Germán Heber Correa Núñez
Tercer Jurado Calificador



Ing. Mishari Rolando García Roca
Asesor

DEDICATORIA:

*De forma muy especial a **DIOS** por ser mi luz, esperanza, salvación y defensa de mi vida.*

*Con mucho amor para mi querida madre, **CLAUDIA PFURO VILLA**, por brindarme su cariño, ayuda, comprensión y paciencia, y por enseñarme los principios y valores humanos en cada instante de mi vida.*

*A mi madrina, **GLORIA MARLENE MACUTELA QUISPE**, por su gran afecto y apoyo incondicional.*

*A mis hermanos **EDER** y **SAMUEL**, por su comprensión y grandioso cariño.*

*A mi hermana **NANCY SOLEDAD**, por ser tan bondadosa.*

AGRADECIMIENTOS:

Al señor Patricio León Mayta Mendoza y familia por permitirme el ingreso a su concesión castañera y haberme brindado todas las facilidades para realizar los trabajos de campo.

A la Blga. Ana María Mansilla Ucañani y a Jessica Sonia Fuentes Ore, por su apoyo incondicional en las coordinaciones pre campo.

A la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, por facilitarme el acceso al laboratorio de procesos para utilizar los equipos necesarios con la finalidad de continuar los trabajos de gabinete.

A los Docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, por haber compartido sus enseñanzas, conocimientos y experiencias durante mi formación personal y profesional a quienes estaré eternamente agradecida.

A mi asesor Ing. Forestal Mishari Rolando García Roca y coasesores Blga. M.Sc. Sonia Pilar Yufra Cruz y al Ing. Joel Peña Valdeiglesias, por la asesoría y sugerencias durante la elaboración y ejecución del proyecto de tesis.

A, Silvana Chambi Cañazaca, Judith Quispe Ruiz y Yovanna Chulla Saire, de igual manera a todas las personas que colaboraron y apoyaron durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Pág.
Resumen.....	4
Abstract.....	6
Introducción.....	8
Capítulo I: Planteamiento del problema.....	10
1.1. Problema, hipótesis y variables.....	10
a) El problema.....	10
b) Hipótesis general.....	11
c) Identificación de variables.....	11
1.2. Objetivos de la investigación.....	12
a) Objetivo general.....	12
b) Objetivos específicos.....	12
1.3. Justificación e importancia.....	12
Capítulo II: Revisión de literatura.....	14
2.1. Marco teórico.....	14
2.2. Marco conceptual.....	22
Capítulo III: Metodología.....	44
3.1. Aspectos generales.....	44
3.2. Materiales, herramientas y equipos.....	47
3.3. Métodos.....	48
3.3.1. Tipo de investigación.....	48
3.3.2. Diseño de investigación.....	48
3.3.3. Estadística.....	49
Capítulo IV: Resultados.....	59
Capítulo V: Discusión.....	94
Capítulo VI: Conclusiones y recomendaciones.....	96
6.1. Conclusiones.....	96
6.2. Recomendaciones.....	96
Bibliografía.....	98
Anexos.....	102

RESUMEN

Los ecosistemas forestales a través del proceso de la fotosíntesis toman el dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera, incorporando el carbono (C) a su estructura y liberan oxígeno (O_2), convirtiéndose en medidas de mitigación para disminuir o mantener los niveles actuales de CO_2 . Aún así, la información fidedigna sobre su crecimiento en biomasa y la capacidad de almacenamiento de CO_2 es insuficiente para proponer formas de compensación a los propietarios de bosques.

El objetivo del presente trabajo fue identificar y cuantificar el carbono secuestrado en los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*), para una eventual compensación por la mantención y valorización de los bosques maduros, debido a que no existen datos referenciales, sirviendo de base para continuar una serie de estudios relacionados a este tema, porque la tendencia mundial solo considera secuestro de carbono en plantaciones y no en bosques maduros ni en los frutos de las diferentes especies forestales. Esto significaría que los concesionarios castañeros que poseen bosques maduros obtendrían un ingreso adicional por la retención de carbono en los cocos y desde luego se estaría contribuyendo a la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

Este trabajo de investigación se ejecutó en una concesión castañera, ubicada en el sector Loero, provincia de Tambopata; el área de estudio representó el 22% del área total de la concesión, con una densidad de 0.69 árboles productivos/ha.

La selección de las muestras fue de forma aleatoria, tanto para los árboles de castaña y cocos del mismo, siendo este último calculado en campo, obteniendo un total de 39 árboles y 436 cocos de castaña. Para ello se registraron las coordenadas y el DAP (Diámetro a la altura de pecho) de los árboles variando de 98 a 250 cm, con una media de 131.13 cm., las características morfométricas y el peso húmedo de cada coco.

Una vez concluida la primera fase de campo se llevaron las muestras al laboratorio para el respectivo secado de los cocos de castaña a 60°C durante 72 horas. Luego se registró el peso seco y a partir de ello se calculó el contenido de humedad, la biomasa y por último el contenido de carbono en cada coco, resultando valores desde 27.98 gr

hasta 168.17 gr., con una media de 64 gr, que corresponde al 27.48% de la masa total del coco.

Los parámetros de modelo y dispersión de puntos de los valores se representaron mediante gráficos. Al ajustar la ecuación de regresión lineal para determinar el carbono de las muestras (promedio por árbol) en función al DAP presento un coeficiente de correlación positiva débil, esto sugiere que el DAP no es un buen predictor del carbono en los cocos, asimismo las demás ecuaciones en función al espesor y al diámetro ecuatorial mostraron una correlación positiva considerable, para ambos, lo cual significa que para estimar la biomasa y el carbono de los cocos es confiable la medición de dichas variables.

Por otro lado cuando se relacionaron las variables dependiente e independiente (todas las muestras) por clase diamétrica, resultando que los cocos pertenecientes a los árboles de la clase 120-130, 130-140, 150-160, 200-210 y 250-260 retienen mayor cantidad de carbono, lo que no ocurre en las clases 90-100, 100-110, 110-120, 160-170, porque presentaron un coeficiente de correlación débil, entonces la mayor retención de carbono en los cocos estaría relacionada con la fenología del árbol, siendo mayor en arboles juveniles, y casi constante en árboles adultos.

Asimismo la investigación es relevante porque demuestra que los bosques maduros con una mayor densidad de árboles presenta un alto potencial de secuestro de carbono, el cual se debe coordinar con los concesionarios para establecer mecanismos que permita un adecuado uso de los cocos una vez extraídas las semillas, a través de su comercialización o transferencia a otros sectores (artesanos) para su incorporación en la economía local. Además es importante continuar realizando estudios que contribuya al desarrollo sostenible de la región de Madre de Dios.

ABSTRAC

The forest ecosystems through photosynthesis process draw carbon dioxide (CO₂) from atmosphere, they incorporate carbon to their structures and release oxygen (O₂), becoming in reduction measurement to diminish or keep CO₂ current levels. Even so, the creditable information about its growth in biomass and CO₂ storage capacity is insufficient to propose forms of compensation to the forest owners.

The objective of this work was to identify and quantify carbon sequestration in Brazil nut pot (*Bertholletia excelsa*) for an eventual compensation for maintenance and appreciation of mature forests, due to there's not reference data, taking as information to continue a series of studios related to this topic, because the international trend just considers sequestration of carbon in plantation and not in mature forest nor in fruits of different forest species. This would mean that concessionaires of Brazil nut tree areas that have mature forest could get an additional income for carbon retention in the Brazil nut pots and of course it would contribute to conservation and taking of sustainable way the natural resources.

This research was done in a Brazil nut trees concession, situated in Loero sector, Tambopata province; the research area represented 22% of concession total area, with a density of 0.69 productive trees/ha.

The selection of samples was random as much for Brazil nut trees as for Brazil nut pots, being this last one calculated in Brazil nut tree area, getting total 39 trees y 436 Brazil nut pots. For that it registered trees coordinate and DAP (Diameter at chest height), varying from 98 to 250 cm, with a average of 131.13 cm, the morfometrics characteristic and humid weight of every Brazil nut pot.

Once finished the first research phase in Brazil nut tree concession, took samples to laboratory to get dry Brazil nut pots to 60^oduring 72 hour. Then it registered the dry weight and of this result it was calculated humidity content, biomass and carbon content of every Brazil nut pot, giving as a result values from 27.98 gr. till 168.17 gr., with an average of 64 gr. that belongs to 27.48% of Brazil nut pot mass total.

The model and dispersion parameters of values points were represented through graphics. Adjusting the linear regression equation to determinate carbon of the

samples (average per tree) in function to DAP had presented a weak positive correlation coefficient, that suggests that DAP is not a good predictor of carbon about Brazil nut pots, likewise the rest of equation in thickness and equatorial diameter function showed a considerable positive correlation, for both, that means that for estimating the biomass and carbon of Brazil nut pot is reliable for the measurement of those variable.

On the other hand when were related the dependent and independent variables (all the samples) by sort of diameter, giving as result that brazil nut pots that belong to trees of sort 120-130, 130-140, 150-160, 200-210 y 250-260 retain major quantity of carbon, it doesn't happen in sorts 90-100, 100-110, 110-120, 160-170, because they presented a weak correlation coefficient, that suggests that the major carbon retention in Brazil nut pots would be related with phenology of tree, being major in youngest trees and almost constant in adults trees.

Likewise the research is notable because it shows that the matures forests with high density of trees present a high potential of carbon sequestration, that one must be coordinated with the concessionaires workers with the purpose of establishing mechanisms for adequate use of Brazil nut pots once extracted the seeds, through of his trade or transfer to another sectors (crafts workers) for its incorporation in local economy. Besides is important to continue making studios that contributes to sustainable development of Madre de Dios region.

INTRODUCCIÓN

El carbono es el elemento químico fundamental que se encuentra en los compuestos orgánicos que integran la materia viva. Existe en su mayor parte en el aire, en el agua y en el suelo en forma de gas llamado dióxido de carbono (CO_2). Las plantas toman el carbono del CO_2 del agua (plantas acuáticas), del aire o del suelo (plantas terrestres) y con la energía de la luz del sol producen alimentos (glucosa, sacarosa, almidón, celulosa, etc.), y liberan oxígeno (O_2) al aire, al agua o al suelo. Este proceso químico se denomina fotosíntesis como parte del ciclo del carbono (Brack & Mendiola, 2000).

Es por ello que la biomasa forestal juega un papel importante debido a que cumple la función de sumidero de los gases de efecto invernadero; principalmente en la fijación y almacenamiento de carbono. Asimismo la deforestación baja la cantidad de carbono secuestrado en las plantas y también en los suelos.

Los bosques viejos retienen más carbono que las plantaciones. Este hecho fue demostrado en los árboles gigantes de Oregon, EE.UU. (Harmon *et al.*, 1990). Por otro lado la conversión de los bosques en tierras de cultivo y pasturas, resulta en un flujo neto de carbono a la atmosfera debido a que su concentración es más alta en bosques que en tierras agrícolas que los reemplazan (Soto, 2007).

Existe una creciente preocupación mundial por el cambio climático global y su impacto en las actividades humanas y en la productividad agrícola. Los factores que contribuyen a este problema son entre otros los gases generados por actividades industriales y agrícolas, dentro de este último son la deforestación y quema de los bosques (Arévalo *et al.*, 2003).

Los principales gases que contribuyen al efecto invernadero son el CO_2 , el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). Entre ellos el primero es el más abundante y se estima que contribuye con el 50 % del calentamiento global (Arévalo *et al.*, 2003).

Nuestro país, una zona privilegiada con abundante y diversificada vegetación en sus bosques, viene negociando la deuda externa con los países acreedores, a cambio de la conservación de nuestros bosques naturales, sin embargo a diferencia de otros países son mínimos los costos que nos absuelven, puesto que nuestros bosques aún

no se encuentran valorizadas ambientalmente. Para ello debe iniciarse una serie de estudios como el caso de los sumideros o fijación de carbono, tendientes a resolver cuestiones metodológicas tales como: estimación de la tasa de secuestro real de carbono de una especie o sistema en particular, cuantificación del carbono almacenado en la biomasa, entre otros (Vallenas & Parillo, 2006).

Cabe resaltar que la única región en el Perú, en la que se encuentran árboles de castaña (*Bertholletia excelsa*) en concentraciones que permiten su aprovechamiento económico es Madre de Dios, con una superficie de 85 182.63 Km², que representa el 6.6% del territorio nacional y el 15.3% de la selva, con una superficie de área boscosa casi en su totalidad, sin embargo muchas de éstas áreas han sido usadas y siguen siendo usadas para la extracción de oro, madera, producción de cultivos anuales, pastos, cultivos perennes y en algunos casos agroforestería, habiéndose reducido la capacidad de secuestrar o fijar carbono (Vallenas & Parillo, 2006).

Los bosques naturales de castaña ocupan una área de 2.5 millones de hectáreas (30 % del área total del departamento). Estos bosques, que se mantienen en su estado primario en parte por su uso castañero, también reportan beneficios económicos a la región a través del turismo, que es una de las actividades prioritarias a nivel nacional (Arana *et al.*, 2002).

Por lo mencionado líneas arriba es necesario tomar acciones inmediatas para el manejo sostenible de nuestros bosques, en especial los castañales, debido a que el 60% del valor de venta permanece en la región y la actividad es fuente de empleo directo e indirecto de aproximadamente 4500 familias, lo que representa alrededor del 30% del total, podemos suponer la gran importancia socio-económica que tiene esta actividad (Arana *et al.*, 2002).

Es así que la fijación de carbono en sus bosques podría ser un ingreso adicional y de esta manera se conservarían aun más los ecosistemas.

El presente trabajo tuvo por finalidad determinar la cantidad de carbono secuestrado en los cocos de la especie en estudio, de esta manera contribuirá en la búsqueda de alternativas para la conservación del ambiente y a futuras investigaciones relacionados al tema, teniendo en cuenta que nuestra región alberga riquezas naturales en sus bosques maduros.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Problema, hipótesis y variables

a) El problema

Existe una alta presión antropogénica sobre los ecosistemas naturales provocando grandes daños sociales, económicos y ambientales. Para ello con la firma del Protocolo de Kyoto se crean nuevas opciones conocidas como servicios ambientales, dentro de estas se tienen el secuestro y comercialización de bonos de carbono, pero al mismo tiempo son necesarios estudios confiables sobre la capacidad de secuestro de carbono en diferentes ecosistemas tropicales, para poder compensar acertadamente a los propietarios de tierra que decidan estar inmersos en la producción de servicios ambientales.

En este sentido el presente trabajo se orienta a responder la siguiente interrogante de investigación:

¿Cuánto representa el carbono secuestrado respecto a la masa total del coco de castaña (*Bertholletia excelsa*)?

Para ello, este proyecto propuso identificar y cuantificar el carbono secuestrado en los cocos de castaña, para una eventual compensación a los extractores castañeros por la mantención y valorización de los bosques maduros, debido a que no existen datos referenciales, sirviendo de base para continuar una serie de estudios relacionados a este tema, porque la tendencia mundial solo considera secuestro de carbono en plantaciones y no en bosques maduros ni en los frutos de las diferentes especies forestales. Esto significaría que los concesionarios castañeros que poseen bosques maduros obtendrían un ingreso adicional y desde luego se podrá dar un valor artesanal a los cocos con la finalidad de retener el carbono secuestrado.

b) Hipótesis

¹H_i: La cantidad de carbono secuestrado por los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*) en el área de estudio perteneciente al departamento de Madre de Dios, representa 50% a más de la masa total del coco de castaña.

²H₀: La cantidad de carbono secuestrado por los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*) en el área de estudio perteneciente al departamento de Madre de Dios, no representa 50% a más de la masa total del coco de castaña.

³H₁: La cantidad de carbono secuestrado por el coco de castaña (*Bertholletia excelsa*) en el área de estudio perteneciente al departamento de Madre de Dios, representa menos del 50 % de la masa total.

c) Identificación de variables

Cuadro N° 01
Variable Independiente (VI): Fenotipo del árbol

N°	Indicador	Criterios	Definición operacional
1	DAP	<ul style="list-style-type: none"> • 50-100 cm. • 101-150 cm. • > 150 cm. 	El diámetro a la altura del pecho es la medida de la circunferencia del árbol a una altura de 1.30 m de la base entre π (Pi).
2	Morfometría del coco	Espesor : <ul style="list-style-type: none"> • < 10 mm. • > 10 mm. 	El grosor del coco corresponde al espesor del fruto que es fragmentado para obtener las almendras.
		Diámetro ecuatorial: <ul style="list-style-type: none"> • <10 cm. • >10 cm. 	Segmento de recta que pasa por el centro del coco y cuyos extremos están en la bordes del mismo.

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 02
Variable dependiente (VD)

N°	VD	Criterio	Definición operacional
1	Cantidad de carbono secuestrado en los cocos de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i>).	<ul style="list-style-type: none"> < 50% ≥ 50% 	La cantidad de carbono secuestrado en los cocos se estima empleando la fracción de carbono a partir de la biomasa. En ausencia de datos disponibles se asume como valor esperado el 50% (Brown y Lugo 1984, IPCC 1996, citado por Orozco & Brumér, 2002).

Fuente: Elaboración propia

¹ H_i: Hipótesis de investigación

² H₀: Hipótesis nula

³ H₁: Hipótesis alterna

1.2. Objetivos de la investigación

a) Objetivo general

- Identificar y cuantificar el carbono secuestrado en los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*) para una eventual compensación a los extractores castañeros por la mantención y valorización de los bosques maduros.

b) Objetivos específicos

- Determinar la biomasa de los cocos de castaña en el área de estudio.
- Determinar el carbono secuestrado por los cocos de castaña.
- Determinar la relación entre el contenido de carbono secuestrado por los cocos de castaña con el DAP de cada árbol.
- Determinar la relación entre el contenido de carbono secuestrado en los cocos de castaña con la morfometría del mismo.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Social

La compensación por preservar los bosques primarios en forma de sumideros de carbono así como por aprovechamiento de los cocos de castaña en actividades económicas siendo uno de ellos la artesanía, contribuirá a fortalecer el mantenimiento de los bosques, con todos los servicios ambientales inherentes al mismo, permitiendo de esta manera una mejora económica en los castañeros considerados los guardianes de la naturaleza.

1.3.2. Económica

Retribuir económicamente a los castañeros por la preservación del bosque, así como la incorporación de los cocos de castaña en la producción artesanal, contribuirán a dar valor agregado a aquello que normalmente es dejado en el bosque para su reciclaje y/o retorno a la atmósfera, disminuyendo de esta manera su aporte al efecto invernadero. Demostrando con este estudio que los bosques maduros retienen carbono y por ende el estado debe de incluir en las políticas la valoración económica de áreas naturales protegidas.

1.3.3. Ambiental

Las concesiones castañeras que se encuentran en las provincias de Tambopata, Manu y Tahuamanu y en la Reserva Nacional Tambopata, los cuales son consideradas como bosques maduros debido a sus diversos ecosistemas; entonces preservarlo como sumidero de carbono se encuadra dentro del Protocolo de Kyoto de 1997 en el cual se establecieron tres instrumentos de flexibilidad que permite el comercio de derechos de emisiones: Implementación Conjunta (IC), Comercio de Emisiones (CE) y Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). De estos tres mecanismos, solamente el MDL tiene aplicación en países en desarrollo. Tal mecanismo permite que países desarrollados puedan financiar o desarrollar proyectos de reducción de gases de efecto invernadero (eficiencia energética o secuestro de carbono) fuera de su territorio. Las reducciones de emisiones resultantes de la actividad del proyecto son contabilizadas en la forma de Certificados de Reducción de Emisiones (CREs) y negociadas en mercados internacionales. Para esto, las reducciones de emisiones deben ser adicionales a las que ocurrirían en la ausencia de la actividad certificada del proyecto, y traer beneficios reales, medibles y de largo plazo, relacionados con la mitigación del cambio del clima. Además de reducir las emisiones de GEI, el MDL pretende promover la sostenibilidad en general, principalmente en los países en desarrollo (Rügnitz *et al.*, 2009). Por tanto cuanto cada vez sería menor la descomposición de los cocos en el bosque, lo cual de por sí favorece parte de las reducciones de emisiones. Al mismo tiempo es importante mencionar que a través de estudios han demostrado que los bosques maduros retienen mayor cantidad de carbono que las plantaciones forestales. Este hecho fue demostrado en los árboles gigantes de Oregon, EEUU (Harmon *et al.*, 1990).

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico (antecedentes del estudio)

2.1.1. Antecedentes del estudio a nivel internacional

- Según Carranza *et al.* 1996, citado por Cubero & Rojas 1999, indican que el bosque primario natural una vez maduro mantiene anualmente fijada una cantidad de carbono igual a $\frac{1}{2}$ de su biomasa total o igual a $\frac{1}{2}$ por peso de la productividad primaria neta (PPN), en toneladas de biomasa seca/ha/año. El número de toneladas de carbono fijado depende de las condiciones de la zona de vida tales como tipo de suelo, cantidad de agua y temperatura entre otros.
- Vine *et al.* (1999) así como el ⁴IPCC (2000), citado por Andrade (2003), indican que los gases de efecto invernadero podrían reducirse a través de dos procesos: reducción de emisiones antropogénicas de CO₂ o creación y/o mejoramiento de los sumideros de carbono en la biosfera. En tal sentido señalan que la forestería puede contribuir a la mitigación del calentamiento global mediante la conservación, el secuestro y almacenamiento y la sustitución de carbono.
- Russo (2002) sostiene que la fijación de carbono es un servicio ambiental que hace posible que los propietarios de bosques y plantaciones forestales sean sujetos al pago por servicio ambiental (PSA).
- Gutiérrez & Lopera (2001) señalan que actualmente existe gran preocupación en el ámbito mundial por el aumento acelerado de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, considerados los causantes del cambio climático. El GEI con mayor efecto proporcional en el calentamiento global es el dióxido de carbono (CO₂); responsable de más de la mitad de este fenómeno.
- IPCC (2001) señala que en las últimas décadas se han realizado esfuerzos por buscarle una solución al problema del cambio climático

⁴ IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático)

global. El cambio climático, es el cambio distorsionado del clima a nivel del planeta, debido principalmente al aumento en la atmósfera de gases de efecto invernadero, siendo el CO₂ el principal causante. El aumento de CO₂ en la atmósfera se da por dos razones principales, la quema de combustibles fósiles y el cambio de uso de la tierra de bosques a áreas agrícolas y urbanas permitiendo hacer un mejor uso.

- Villalobos (2005), realizó investigaciones en Costa Rica sobre Estimación del Costo Marginal de los Servicios de Fijación de Carbono, en el cual considera que lo complejo de los sistemas naturales, sociales y económicos hace difíciles las predicciones. Sin embargo, es claro que se tendrán efectos sobre el hábitat, los cuales proveen de energía, alimentos, fibras, medicinas, reciclaje de carbono, agua, control de erosión y recreación. Asimismo, los efectos sobre el hábitat implican migraciones, adaptaciones, extinciones, pestes y cambios en la productividad. El efecto que se dé en los bosques a su vez, impactará en el clima, ya que los bosques retienen el 80% del carbono sobre la tierra, mientras que el suelo captura el 40%. El bosque afecta el clima mediante la evaporación, la temperatura de la tierra, la formación de nubes, la fuerza que da a los suelos y su efecto en los regímenes de precipitaciones. También contienen especies en un frágil equilibrio vital. Las migraciones de especies debido al cambio de la temperatura pueden alterar las condiciones de los bosques.

- Gallegos *et al.* (2005) establecieron un experimento en tres plantaciones comerciales de teca (*Tectona grandis* L. F.) de 8, 9 y 10 años de edad en el municipio de Bahía de Banderas, Nayarit. En la plantación de 8 años se determinó la producción de biomasa y captura de carbono, en la cual se realizaron derribos de árboles para conocer el peso seco de la biomasa de los árboles. Los resultados indican que la biomasa seca por árbol fue de 58.9 kg, valor que corresponde a una captura de CO₂ de 25.1 kg. La densidad de la plantación fue de 1111 árboles/ha y la captura total de carbono actual fue de 27935 kg/ha, determinando una captura de carbono promedio anual de 3492 kg/ha, valores que se consideran altos para una plantación de esas edades con otras especies, siendo una opción en términos de servicios ambientales.

- Chacón *et al.* (2004), determinaron los depósitos de carbono orgánico del suelo (COS) y de la biomasa arbórea arriba del suelo en distintos usos de la tierra en Costa Rica y Nicaragua. Los usos de la tierra evaluados fueron pasturas degradadas, naturales y mejoradas con y sin árboles, bancos forrajeros, plantaciones forestales y bosques secundarios. Para determinar el COS se tomaron muestras de suelo y se determinó el carbono (C) orgánico (%) y la densidad aparente mediante análisis de laboratorio. Para determinar el C en la biomasa, se establecieron parcelas temporales, se midió el diámetro a la altura del pecho de todos los árboles y mediante ecuaciones alométricas se calculó la biomasa. El bosque secundario fue el uso de la tierra que presentó mayores cantidades del total de C (COS más C en Biomasa) con 297.63 t/ha (toneladas por hectárea) en Costa Rica; 162.17 t/ha en Nicaragua. En los dos países las pasturas degradadas fueron el uso de la tierra que menos total de C almacenó con 26.48 t/ha para Costa Rica y 72.5 t/ha para Nicaragua. Los resultados muestran que en cada uno de los paisajes ganaderos analizados, las pasturas degradadas no están aportando significativamente al secuestro de carbono, mientras que los sistemas silvopastoriles tienen un mayor potencial. El establecimiento de pasturas mejoradas con alta densidad de árboles pueden hacer que estos usos de la tierra posean un alto potencial de secuestro de carbono, el cual se vería incrementado a nivel de finca y del paisaje insertando pequeñas áreas de plantaciones forestales y liberar áreas no aptas para la producción agropecuaria para permitir la regeneración natural de bosques secundarios.

- Dzib (2003), en 66 fincas de tres regiones contrastantes de Costa Rica, evaluó el efecto del manejo sobre el crecimiento de la biomasa aérea e intercepción de la radiación fotosintéticamente activa (RAFA) de tres especies forestales maderables predominantes en sistemas agroforestales con café. Las especies estudiadas fueron laurel (*Cordia alliodora*) en la región sub-óptima de La Suiza, Turrialba; eucalipto (*Eucalyptus deglupta*) en la región óptima de Grecia-Naranjo, Alajuela; y amarillón (*Terminalia amazonia*) en región sub-óptima de San Isidro, de Pérez Zeledón. La cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea de las especies maderables por hectárea fue muy variable dentro de cada

especie. Esto se debió principalmente a las grandes diferencias de densidades de árboles/ha establecidos dentro de los cafetales. Se obtuvieron los siguientes resultados: 39 ± 27 t C/ha para *C. alliodora*, 14 ± 10 t C/ha para *E. deglupta*, y 32 ± 16 t C/ha para *T. amazonia*. Este es un indicador de que los sistemas agroforestales con café están prestando un servicio ambiental mediante el almacenamiento de carbono.

- Suárez (2002), realizó un estudio en sistemas agroforestales los cuales son: café joven con sombra diversificada (CJSD), café productivo con sombra diversificada (CPSD), café productivo con *Inga spp* (CPI), café productivo con especies maderables (CPEM) y café productivo en abandono (CPAB), teniendo como resultado el carbono almacenado por los sistemas el cual oscila entre 149.9-166.7 tC/ha, siendo el sistema CJSD y CPAB el que almacena la mayor y menor cantidad de carbono, respectivamente. La razón por la que el sistema CPAB almacenó más carbono se debe a que la fuente de almacenamiento del suelo contribuyó con el 95% aproximadamente. El contenido de carbono en sistemas agroforestales de café es mayor a los sistemas de producción de cultivos anuales.
- Kanninen (2001) en un trabajo sobre Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: Potencial para América Latina; afirma que en los trópicos, el depósito de carbono (C) por encima del suelo varía entre 60 a 230 toneladas de carbono por hectárea (t C/ha) en bosques primarios y entre 25 a 190 t C/ha en bosques secundarios y el depósito de C en el suelo varía entre 60 y 115 t C/ha.

2.1.2. Antecedentes del estudio a nivel nacional

- Soto (2007), estima que del 100% de los Gases Efecto Invernadero emitidos por el Perú (98,816.30 Gigagramos de CO₂ Equivalente), el 65% corresponde a las categorías: Agricultura y Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura. Los bosques juegan un rol principal en la mitigación del cambio climático al almacenar carbono en la vegetación y en el suelo, e intercambiar carbono con la atmósfera a través del proceso fotosintético y la respiración. Sin embargo, en el caso de alteraciones, como la

deforestación en los bosques, éstos liberan dióxido de carbono (CO₂). También indica que la conversión de bosques y pastizales a tierras de cultivo o pastos permanentes ocurre principalmente en los trópicos. La tala de los bosques tropicales supone, generalmente, el desbroce del sotobosque y el clareo, actividades que pueden ir seguidas de la quema de biomasa in situ o de su aprovechamiento como leña. En este proceso, parte de la biomasa se quema y otra parte permanece en el campo donde se descompone lentamente (diez años en los trópicos). Una parte del material quemado (5 - 10 %) se convierte a carbón vegetal, que a la intemperie resiste a la descomposición durante más de 100 años y el resto se libera instantáneamente a la atmósfera en forma de CO₂.

- Concha *et al.* (2007), evaluaron la biomasa aérea en seis diferentes sistemas agroforestales de cacao (*Theobroma cacao* L.) asociado con especies forestales maderables y frutales; con el propósito de conocer el potencial de captura de carbono por cada sistema. El estudio se realizó en dos diferentes sitios ubicados en la región San Martín (provincias de San Martín y Mariscal Cáceres). Los sistemas agroforestales estimados presentaron edades de 5, 12 y 20 años. Los resultados en captura de carbono en cada sistema agroforestal varían desde 26.2 t C/ha para el sistema de Pachiza de 5 años hasta 45.07 t C/ha del sistema agroforestal de Pachiza de 12 años; Así mismo, la captura de carbono en biomasa arbórea de los árboles vivos, osciló desde 12.09 t C/ha hasta 35.5 t C/ha, seguido por la biomasa de hojarasca que presentaron valores desde 4 t C/ha hasta 9.97 t C/ha; mientras la biomasa de árboles muertos en pie y caídos muertos presentaron valores muy variables y bajos.

Los sistemas agroforestales de 12 y 20 años representan el 66.7% de los sistemas que presentan reservas de carbono por encima de los 40 t C/ha, mientras que los sistemas de 5 años se encuentran con reservas de carbono por debajo de los 30 t C/ha. Los sistemas agroforestales de 5 años ubicados en Juanjui y Pachiza presentaron el mayor flujo de carbono anual, generando el mayor beneficio económico con créditos por CO₂ equivalente.

- Freitas *et al.* (2006), demuestran que en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, con sus 598 970 ha de aguajales densos y 372 145 ha de aguajales mixtos, tiene acumuladas 448 273 384,40 toneladas de

carbono total; de esta cantidad, 102 055 032,29 toneladas (23%) corresponden al acumulado en la biomasa y 346 218 752,11 toneladas (77%) al que contiene el suelo. Los suelos de los aguajales son un almacén neto de carbono y, a la vez, fuente potencial de emisiones de CO a la atmósfera, ya que al desaparecer la superficie boscosa por cambio de uso de la tierra y/o deforestación, los residuos orgánicos acumulados en el suelo y en la superficie de la tierra quedan desprotegidos y expuestos a un proceso químico de oxidación con liberación de CO₂.

- Lapeyre *et al.* (2004), determinaron la biomasa aérea en diferentes sistemas de uso de la tierra en la región de San Martín-Perú, con la finalidad de conocer el potencial de captura de carbono. Los sistemas de uso de la tierra evaluados fueron: Bosque primario, Bosque secundario de diferentes edades, sistemas agrícolas locales maíz (*Zea maíz*), arroz (*Oriza sativa*), pastos (*Brachiaria sp.*) y sistemas agroforestales con café (*Coffea arabica*) bajo sombra y cacao (*Cacao sp.*). También se comparó este potencial con otros sistemas de uso de la tierra de otras regiones del Perú y se monitoreó la pérdida de reservas de carbono después del corte de la foresta y su reemplazo por cultivos. En cada uno de éstos sistemas se establecieron al azar cinco transectos donde se evaluó la biomasa arbórea. Dentro de éstos transectos se establecieron cuadrados también al azar para cuantificar la biomasa herbácea y la biomasa de hojarasca. El carbono total en el bosque primario fue de 485 t C/ha, superando ampliamente las reservas del bosque secundario de 50 años y de bosque descremado de 20 años. Con relación al bosque primario se observa una reducción de reservas en más de 50% del bosque secundario de 50 años (234 t C/ha). El bosque descremado de 20 años perdió más del 80% de reservas (62 t C/ha). El nivel de reservas de carbono en la biomasa de hojarasca de los sistemas boscosos, no es significativo al compararlo con el total de las reservas de carbono de la biomasa aérea; sin embargo si es significativo para sistemas agroforestales. Los sistemas agroforestales secuestraron entre 19 a 47 t C/ha, dependiendo de la cantidad de especies forestales, tipo de cultivo, edad y tipo de suelo y recuperan el potencial de captura en forma productiva. Los sistemas agrícolas capturaron poco C (5 t C/ha), además generan fugas de gases efecto

invernadero (GEI) cuando se usan agroquímicos y quema de rastrojos, entre otros.

- Gamarra (2001), estimó el potencial de carbono almacenado y captado en el bosque de *Eucalyptus globulus* LABILL de la comunidad campesina de Hualhuas en Junín, Perú. Para ello desarrollo un inventario de diámetros y alturas de árboles en parcelas de medición, con medidas adicionales de maleza, hojarasca y suelo. El inventario partió de un muestreo sistemático estratificado con equidistancias entre sitios de 200 m y entre líneas de 250 m, levantándose un total de 45 sitios cuadrados concéntricos de 625 m², cada uno, en el estrato I, y 15 en el estrato II, el procedimiento señalado representa una intensidad de muestreo de 2%. Para obtener los valores de biomasa se utilizaron ecuaciones de biomasa generales (no específicas para el país). El total de carbono estimado tiene un rango de variabilidad de ± 15 ton C/ha, siendo para la biomasa arriba del suelo 73.03 tC/ha; biomasa abajo del suelo 21.64 tC/ha; hojarasca 4.99 tC/ha y suelos 37.39 tC/ha, en total 137.05 tC/ha.

- Callo *et al.* (2000), evaluaron en la región amazónica del Perú los volúmenes de carbono secuestrado en seis tratamientos, sistemas agroforestales y/o sistemas de uso de la tierra: bosque primario, bosque secundario, café bajo sombra, silvopastura, pastura y huerto casero en tres variantes ecológicas (repeticiones), fragmentando el muestreo en: a) biomasa arbórea, b) biomasa herbácea, c) hojarasca y d) varios estratos de suelo. En lo que se refiere a carbono total, el tratamiento parámetro: bosque primario, reteniendo 465.8 t C/ha, supera en 58% a los sistemas agroforestales: huerto casero y café bajo sombra; en 74.3% al cuarto sistema agroforestal silvopastura y 80% al otro testigo extremo. Resultando sumidero estable y considerable, el suelo. Este, retiene en casi todos los casos, a excepción del bosque primario, más de la mitad del carbono total. Es así que a través de este estudio se afirma que los sistemas agroforestales pueden ser alternativa a los monocultivos extensivos; los bosques primarios retienen mayor carbono que otros ecosistemas y que la proporción de carbono edáfico supera el 50% de la contribución global.

2.1.3. Antecedentes del estudio a nivel regional

- Chambi (2001), realizó el estudio de Valoración económica de captura de carbono mediante simulación aplicado a la zona boscosa del Río Inambari y Madre de Dios, donde la superficie total de área estudiada es de 2 448 000 hectáreas (ha), determinándose 2 258 000 ha de bosques aprovechables, reportando CO₂ potencial en la población boscosa 623 321 824.946 toneladas (DAP desde 2 cm. hasta mas de 30 cm.) y CO₂ fijado por reforestación 24 334.438 toneladas, es así que los bosques de esa zona tienen gran potencialidad en la captura de carbono y dada su importancia económica es perfectamente viable contemplar futuras evaluaciones de factibilidad con perspectiva de ingresar al mercado de carbono.

- Vallenias & Parillo (2006), realizaron un estudio dentro de los bosques naturales de Terrazas Altas Aluviales que se encuentran en los predios agrícolas, ubicados en el distrito de Tahuamanu, departamento de Madre de Dios, donde evaluaron tres especies forestales representativas del bosque. La extensión total del área de estudio fue de 40 672,095 has. entre predios titulados y poseionarios. Para ello utilizaron el muestreo aleatorio, que consiste en ubicar unidades muestrales al azar; registraron el diámetro del fuste, diámetro de las ramas, longitud Total del fuste, longitud Comercial del fuste, longitud de las ramas, peso húmedo de ramas delgadas, peso húmedo hojas y el peso húmedo de raíces. Así mismo se obtuvieron muestras de las especies en estudio (raíz, fuste, rama, hojas) las cuales han sido debidamente embolsadas en plástico y selladas, para luego ser llevados al laboratorio para su análisis correspondiente, paso seguido determinaron el volumen, la gravedad específica, fracción de carbono y biomasa. Es así que con esos datos estimaron el Carbono Almacenado promedio por hectárea de las siguientes especies: *Dipterix mycrantha*, 3.841 toneladas por hectárea (tn/ha), lo que implica que para el área efectiva el stock de carbono almacenado asciende a 96 288.72 tn/ha; para *Manilkara bidentata*, 1.586 tn/ha lo que implica que para el área efectiva el stock de carbono almacenado asciende a 39 760.85 tn/ha y para la especie *Myroxylon balsamun*, 0,634 tn/ha, lo que implica que para el área efectiva el stock de carbono almacenado asciende a 15 890.53 tn/ha, siendo el carbono

almacenado estimado para las tres especies 151 940.09 tn/ha. Indican que las variables independientes: DAP (X_1) y Altura (X_2), influyen significativamente en el Carbono Almacenado (variable dependiente). Por lo tanto el análisis muestra que las variables antes mencionadas influyen significativamente en la cantidad de Carbono Almacenado, con un 95% de significancia.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Características botánicas de la especie en estudio *Bertholletia excelsa*

2.2.1.1. Identificación

Nombre científico : *Bertholletia excelsa* Humbolt & Bonpland
(Mori S. y G. Prance, 1990)

Nombres comunes : Nuez de Brasil, Nuez de la Amazonía, Nuez del Pará, *Castaña*, Amazónica, *castaña* del Brasil, Árbol de la *Castaña*, Brazil Nut.

2.2.1.2. División taxonómica (según Cronquist, 1981)

Reino	:	Vegetal
Filo	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Orden	:	Lecythidales
Familia	:	Lecythidaceae
Género	:	<i>Bertholletia</i>
Especie	:	<i>B. excelsa</i>

2.2.1.3. Descripción botánica, biología y ecología de la castaña (*Bertholletia excelsa*)

En Perú, la castaña puede alcanzar alturas de hasta 50 metros, que logra en la etapa juvenil (Reynel, 2003).

Una vez alcanzado el dosel, su copa se expande pudiendo llegar a medir 30 metros de diámetro, el equivalente a un área de más que 1000 metros cuadrados. Su tronco es cilíndrico, sin aletas (salvo algunas excepciones), con diámetros a la altura del pecho (DAP) que

pueden llegar hasta 2.5 metros. En Brasil se han encontrado 2 individuos de 4.5 y 5 metros de DAP, estimándose que pueden tener alrededor de 1600 años de vida (Cornejo, 2002).

El fuste es cilíndrico, liso y desprovisto de ramas hasta la copa; la corteza es oscura y hendida. Las hojas son deciduas, simples, alternas, en forma cóncava, con tomento suave y lámina cartáceo-coriácea (Cestedo, 2004).

La flor de la castaña está cubierta por un capuchón llamado lígula, que requiere ser levantada para su polinización, lo cual sólo es logrado por abejas grandes (Cornejo, 2002).

Son flores zigomórficas, con dos a tres sépalos y seis pétalos amarillos; ovario ínfero, tetralocular o pentalocular, lóculos generalmente con cuatro a seis óvulos y estambres en Número de 80 a 135 (Cestedo, 2004).

Las inflorescencias son racimos con varias flores, que son llamadas panículas. Una o dos flores se abren por día, desde la base hacia el ápice de cada panícula, encontrándose listas para ser polinizadas entre las 5 y las 10 de la mañana. Los pétalos caen normalmente el mismo día que las flores se abren (Cornejo, 2002).

Los primeros botones florales aparecen 6 semanas después que el castaño ha cambiado sus hojas viejas y la totalidad de su copa presenta hojas nuevas y verdes. Las flores salen generalmente entre octubre y noviembre, alcanzando su máxima floración entre diciembre o enero. El ovario de la flor contiene los óvulos que deben ser fertilizados por el polen de otra flor. Si menos del 75% de estos óvulos son fertilizados el fruto inmaduro será abortado. Por ello, para obtener una buena producción de frutos, las poblaciones de los polinizadores deben permanecer en buen estado. Esto se logra conservando el bosque lo más intacto y con el menor disturbio posible. Un ejemplo es el caso de árboles de castaña en plantaciones y en pastizales que se encuentran aislados del bosque y que registran una baja producción debido a una inadecuada

población de polinizadores. Un pequeño estudio que se realizó en castañas aisladas del bosque, a lo largo de la carretera, mostró que sólo la mitad de las especies de abejas que polinizan la castaña en el bosque, pueden llegar hasta estos árboles. En condiciones naturales se estima que en promedio de cada 200-400 flores sólo una llegará a ser fruto (Cornejo, 2002).

Los frutos tardan de 10 a 13 meses en madurar; caen a partir de diciembre, en plena época de lluvia. La recolección se inicia una vez finalizada la caída de los frutos, normalmente entre la segunda quincena de enero o primeros días de febrero (Cornejo, 2002).

El fruto tiene un diámetro promedio de 10 - 14 cm y tiene una forma globosa (Reynel, 2004), aunque puede llegar hasta 17 cm., pesa 780 gramos en promedio, pero puede llegar a 1.7 kg, con un promedio de 18.5 semillas en su interior, con un máximo de 36 y un mínimo de 6 semillas. La cubierta es muy dura y leñosa, con aproximadamente 1 cm. de espesor en promedio, tardando mas de 2 años para descomponerse. El fruto es dispersado por el añuje, uno de los pocos animales capaces de abrirlo. Suele llevárselo a distancias considerables hasta encontrar un lugar seguro, normalmente en huecos de troncos caídos, donde los almacena o los va abriendo con el tiempo. Se han encontrado frutos abiertos por estos roedores a más de 300 metros del árbol de castaña más próximo, incluso en purmas y en aguajales. El fruto, especialmente cuando esta inmaduro, es depredado por guacamayos, sin embargo éste daño nunca supera el 10% de la producción total, aún en sitios donde estas especies de loros son abundantes, como el caso de la Reserva Nacional Tambopata (Cornejo, 2002).

La semilla de castaña mide 4.4 x 2.7 cm., con un peso de 10.2 gramos en promedio. Una vez que el fruto maduro cae al suelo, el añuje lo abre para alimentarse de sus semillas. En Brasil se ha observado que por cada semilla que el añuje come, esconde de 3 a 7 semillas y, nunca entierra más de una por hueco. Muchas veces el añuje olvida la semilla que enterró, quedando protegida de otros

roedores o depredadores. Esta semilla geminará después de 18 meses y se convertirá en una plántula de castaña (Cornejo, 2002).

2.2.1.4. Distribución, ecología y suelos

a) Distribución

La castaña (*Bertholletia excelsa*) se encuentra naturalmente en los bosques amazónicos Venezuela, Guyana, Colombia, Brasil, Bolivia y Perú. Sin embargo, sólo en los últimos tres países existen árboles de castaña con poblaciones suficientemente densas como para su explotación comercial. El bosque de castaña en Sudamérica abarca una extensión de 20 millones de hectáreas. La zona castañera en Perú se estima en alrededor de 1.8 millones de hectáreas, restringida a la parte oriental del departamento de Madre de Dios; aunque parte de ella aún no han sido explotada. Se calcula, además, que el 30% de la población del departamento recibe ingresos directos por su comercio. En general, la castaña es considerada una especie de gran importancia en la economía de las poblaciones locales en los tres países de mayor producción (Cornejo, 2002).

b) Ecología

El conocimiento de la relación planta-condiciones climáticas es fundamental para iniciar la exploración de cualquier especie vegetal y permitir la adecuación de métodos de cultivo y lugares de su instalación o implantación, por ello resulta importante tomar en cuenta las siguientes condiciones: (Corvera, 2002).

b.1) Condiciones Genéricas:

La castaña prospera en climas tropicales calurosos y húmedos con periodos secos definidos.

b.2) Temperatura:

Medias anuales	:	24.3 °C – 27.2 °C
Máximas	:	30.6 °C – 32.6 °C
Mínimas	:	19.2 °C – 23.4 °C

b.3) Precipitación pluvial:

Totales anuales de precipitación: 1400 – 2800 mm.

b.4) Humedad relativa:

Media anual : 79% y 86%

Máxima : 91%

Mínima : 66%

b.5) Fisiografía

El área de distribución natural de las castaña corresponde a los suelos originados por sedimentos aluviales antiguos, los cuales reciben una denominación de Terraza alta (30 a 50 metros sobre el nivel del río) o Terraza media no inundable (20 a 30 metros sobre nivel del río) (Corvera, 2002).

c) Suelos

Los mejores suelos son los firmes y profundos de textura media a pesados, con inclusión de arenas y suelos podzólicos rojos y amarillos, pero no mal drenados y libre de encharcamiento. De naturaleza franco arcilloso/franco arcillo arenoso. Con pH entre 4.5 y 6.0.

El nivel freático debe ser profundo como mínimo de 3.5 a 4 metros en la época húmeda. Se debe tener en cuenta que la castaña tiene raíz pivotante bien desarrollada, por esta razón los suelos con buen drenaje son los más indicados (Corvera, 2002).

2.2.1.5. Floración

Los primeros botones florales aparecen seis semanas después que el castaño ha cambiado sus hojas viejas y la totalidad de su copa presenta hojas nuevas y verdes. Las flores salen generalmente entre octubre y noviembre, alcanzando su máxima floración entre diciembre o enero. El ovario de la flor contiene los óvulos que deben de ser fertilizados por el polen de otra flor. Si menos del 75% de estos óvulos son fertilizados el fruto inmaduro será abortado. Por ello, para obtener una buena producción de frutos, las poblaciones de polinizadores deben de permanecer en buen estado. Esto se logra

conservando el bosque lo mas intacto y con el menor disturbio posible (Cornejo, 2002).

2.2.2. La castaña peruana en la economía local

En el Perú, la única región en la que se encuentran árboles de castaña en concentraciones que permiten su aprovechamiento económico es Madre de Dios.

Considerando que el 60% del valor de venta permanece en la región y que la actividad es fuente de empleo directo e indirecto de aproximadamente 4500 familias, lo que representa alrededor del 30% del total, podemos suponer la gran importancia socio-económica que tiene esta actividad (Arana, 2002).

Según PROMPEX (2000), el promedio anual de divisas que genera el mercado internacional de castaña al Perú es de 4.8 millones de dólares americanos, representando así un recurso natural de exportación de considerable importancia en la economía nacional.

Los bosques naturales de castaña ocupan una área de 2.5 millones de hectáreas en Madre de Dios (30 % del área total del departamento). Estos bosques, que se mantienen en su estado primario en parte por su uso castañero, también reportan beneficios económicos a la región a través de turismo, que es una de las actividades económicas prioritarias a nivel nacional. Madre de Dios es una región que tiene un enorme potencial para el desarrollo turístico por su riqueza paisajística y cultural, y el número de visitantes a esta región se está incrementando a un promedio de 41% por año (Arana, 2002).

2.2.3. Caracterización de los Sistemas de Aprovechamiento de Castaña en Madre de Dios

2.2.3.1. Descripción de algunos factores determinantes en la caracterización de los sistemas de aprovechamiento castañero

a) Mano de obra

La mano de obra utilizada para las operaciones de aprovechamiento de la castaña puede ser familiar o contratada. En

la mayoría de casos, el castañero utiliza ambos tipos de mano de aprovechando el trabajo de la familia no siempre remunerado, y también la mano de obra especializada (Arana, 2002).

La extracción de los frutos de la castaña es una actividad que se realiza durante el período de lluvias, entre los meses de enero y abril, después que los frutos maduros caen al suelo. Este periodo es coincidente con las vacaciones escolares, y así frecuentemente las operaciones de cosecha involucran la participación de la familia en su totalidad (Arana, 2002).

En el caso de las concesiones con acceso por río, los castañeros se trasladan en muchos casos con toda la familia para realizar la cosecha, y viven en el bosque para reducir los gastos que normalmente efectúan al vivir en la ciudad. Estas colocaciones normalmente no cuentan con áreas agrícolas y por lo tanto no hay una exigencia de mano de obra para otras actividades productivas simultáneas (Arana, 2002).

En las concesiones donde los castañeros viven permanentemente (borde de carretera), existe una participación de mano de obra familiar mayor en la cosecha castañera, pero al mismo tiempo es limitada por la realización de otras actividades agrícolas (la cosecha de arroz) y ganaderas (Arana, 2002).

Sin embargo, en la mayoría de casos, el castañero combina ambos sistemas de mano de obra, trasladándose con su familia al bosque y llevando adicionalmente personal contratado (barriqueros), para cubrir sus requerimientos de mano de obra calificada (Arana, 2002).

b) Sistemas de cosecha

Existen diversas modalidades de realizar la cosecha en el bosque, las mismas que son aplicadas dependiendo del nivel de ingresos del castañero, la extensión del área, el tiempo de ingreso al área, la tecnología utilizada, entre otros. Para entender el funcionamiento espacial de un castaño, se presenta continuación una descripción

de la red vial de extracción en el bosque y las etapas de cosecha en el mismo. Aunque estos aspectos pueden variar de acuerdo a las zonas o tipo de extractor, en general se conserva el mismo patrón (Arana, 2002).

- Descripción de la red vial de extracción (Arana, 2002).

Los castañales están conformados por una red vial de extracción, que está dividida en las siguientes categorías:

- Varaderos: Son las vías de extracción primaria. Generalmente son rectas y a ellas llegan las vías secundarias que interconectan los árboles productores (estradas). En algunos casos, los varaderos pueden ser caminos anchos por los cuales entran unidades de transporte mecánicos o de tiro. El número total de varaderos normalmente no excede los cinco (Arana, 2002).

- Estradas: Son vías de extracción secundaria y sirven de interconexión entre los árboles productores. Las estradas generalmente tienen un ingreso y un retorno al varadero (Arana, 2002).

- Mangueras: Son vías auxiliares que se van formando en la medida que el castañero encuentra nuevos árboles productivos. Las mangueras generalmente son caminos sin salida, y normalmente no contienen más de 8 árboles. Las mangueras pueden estar en los varaderos y/o estradas (Arana, 2002).

- Descripción de las operaciones de cosecha

La cosecha, también denominada "zafra" localmente, tiene etapas de ejecución que pueden ser realizadas en forma simultánea o consecutiva hasta llegar a la etapa final de almacenamiento. Son cuatro etapas diferenciadas:

- Limpieza de vías de extracción: Es la primera etapa de la cosecha, la cual es normalmente realizada antes de la caída de los frutos para facilitar la movilización requerida por las operaciones. Existen casos en los cuales la limpieza consiste de la abertura de un "pique" ejecutado simultáneamente con la operación de juntado y posteriormente en periodos de cada tres años se realiza una limpieza exhaustiva (Arana, 2002).
- Juntado: Es la operación de recojo de los frutos caídos al suelo desde las copas de los árboles, los cuales son acomodados en montículos en la base de los troncos para su apertura posterior. En muchos casos, el juntado es realizado por la familia con la participación de mujeres y niños. Los métodos aplicados con más frecuencia para el juntado son: el recojo de los frutos a mano y uso de la canasta y palo recogedor (payana). Los frutos de castaña son denominados localmente como "cocos" (Arana, 2002).
- Chancado: Es la etapa siguiente al juntado y consiste en la apertura de los cocos de castaña, aplicando golpes de machete, y esta etapa es realizada por operarios especializados llamados "barriqueros". Las semillas encontradas dentro del fruto, que son las castañas, son vaciadas por el barriquero a un saco de polietileno negro que lleva consigo (Arana, 2002).
- Acopio: Es la etapa en la cual los sacos llenos de castañas son transportados desde el interior del bosque hasta el campamento, un "payol" (campamento auxiliar), almacenes, y/o un varadero cuando se dispone de una unidad de transporte en la vía principal (Arana, 2002).

En base a los parámetros descritos, se puede clasificar los sistemas de cosecha en dos categorías generales, pudiéndose tener variantes sobre los mismos, pero siguiendo el mismo patrón. Estos son: cosecha simultánea en varaderos, y cosecha por etapas para todo el castañal (Arana, 2002).

En sistema de cosecha simultánea en los varaderos, el castañero opta por unir las fases de juntado, chancado y acopio por las vías de extracción primarias, iniciando por un varadero y siguiendo sucesivamente con los otros hasta terminar todo el trabajo en el área (Arana, 2002).

Generalmente se realiza un segundo juntado, después de terminar todos los varaderos, para un aprovechamiento más completo. Este sistema es muy utilizado en castañales que están ubicados cerca a los centros poblados donde la sustracción de la castaña por terceros en forma ilícita es muy frecuente, y los castañeros se ven obligados a efectuar la cosecha rápidamente en los varaderos de mayor riesgo, mitigando así pérdidas de su producción por robo (Arana, 2002).

En el sistema de cosecha por etapas para todo el castañal, las operaciones de cosecha son ejecutadas de manera consecutiva, y en el orden que se desarrolla la cosecha.

Una técnica peculiar de este sistema de cosecha es el tapado de los montones de frutos juntados con hojas de palmeras (por ejemplo, el "palmiche") hasta que se realice el chancado, pues, de acuerdo a información descrita por los productores, dicha modalidad hace que los cocos se reblandezcan y en consecuencia sean más fáciles de abrir con el machete (Arana, 2002).

- Acopio al campamento

El procedimiento comúnmente aplicado para el acopio es desde el castañal hasta el campamento base, el cual es realizado por fuerza humana, cargándose a la espalda los sacos de castaña que pesan entre 70 y 80 kilos, por caminos angostos y en algunas áreas con fuertes pendientes (Arana, 2002).

Según información histórica de la región, los castañales antes eran de extensiones mayores que en la actualidad, de 5,000 hectáreas en promedio. Esto resultaba de la necesidad de sistemas de acopio que utilicen unidades de transporte interno por las vías principales. El uso de carretas y animales de tiro era una práctica común, así como animales de carga como mulas y bueyes. En la actualidad, estas prácticas se han perdido y solo en algunos lugares se utiliza en las vías principales (Arana, 2002).

- Pago por extracción

La modalidad de pago por la mano de obra en la cosecha de la castaña en todos los casos se efectúa a destajo por barrica puesta en el campamento. Por lo tanto, el operario es responsable por efectuar las operaciones de juntado (fuera de situaciones donde esto es efectuado por labor familiar), el chancado y el transporte hasta el campamento de cada barrica. (Arana, 2002).

El precio promedio que se paga por barrica es de 15 nuevos soles, aunque existe alguna variación desde los 12 a 20 nuevos soles. Adicionalmente se ofrece la alimentación, las herramientas de trabajo y el alojamiento durante todo el tiempo que dure su permanencia en la concesión. En el caso de los castañales ubicados en el río, también se cubre los gastos de transporte (Arana, 2002).

La mano de obra familiar puede ser remunerada o no-remunerada, dependiendo de cada caso particular. Aunque no existe una regla sobre la modalidad de pagos, lo cierto es que cada modalidad aplicada produce un impacto positivo o negativo en la rentabilidad de la cosecha (Arana, 2002).

- Responsabilidad en la ejecución y monitoreo de la cosecha

La mayoría de los castañeros trabajan su concesión de forma directa, existiendo incluso castañeros que trabajan dos y hasta tres concesiones, cuya titularidad oficialmente corresponde a otros miembros de su familia. Otros castañeros prefieren trabajar bajo el sistema de subcontratación total o parcial de su concesión. Bajo esta modalidad de trabajo, el titular entrega a un tercero los derechos de uso por una zafra a cambio de un pago que puede ser en efectivo o en producto de castaña, establecido en una cantidad fija o proporcional a la cantidad extraída. El titular así delega los gastos relacionados con las operaciones, así como la responsabilidad en la contratación del personal y la organización del proceso, de extracción, a un contratista (Arana, 2002).

2.2.3.2. Clasificación de Áreas Castañeras en Madre de Dios

Se ha desarrollado una matriz para clasificar las áreas castañeras de Madre de Dios basándose en diferentes criterios que determinan las diferencias entre cada una. Cada criterio puede contar o no con variantes, así como cada área puede exhibir una combinación de criterios (Arana, 2002).

La diferenciación geográfica de las áreas castañeras es uno de los principales factores que determinan los criterios de clasificación y diferenciación. Se ha podido observar que la ubicación espacial de las áreas castañeras en Madre de Dios determina diferencias en el manejo de las mismas, y por consecuencia determina un tipo de extracción, logística, etc. (Arana, 2002).

Cuadro N° 03
Matriz de clasificación de áreas castañeras en Madre de Dios

CRITERIO	CONDICIÓN	OBSERVACIONES
Modo de acceso a la concesión	Rio / Carretera / Quebrada	Cada una determina un grado de dificultad y en algunos casos imposibilita la introducción de algunas mejoras en el sistema de acopio.
Característica del terreno	Plano/Colinoso	La pendiente es una variable que determina el sistema de cosecha por el grado de dificultad en el acopio y el establecimiento de las vías.
Ubicación con relación a áreas naturales protegidas	Dentro/Fuera	La ubicación dentro de un área protegida implica un cumplimiento estricto de la normatividad respecto al uso de recursos y al mismo tiempo asegura un mejor control del área.
Distancia al punto de comercialización	Variable de acuerdo al sitio	Este criterio y sus condiciones marcan un impacto directo sobre los costos de transporte, lo cual impacta en el sistema de cosecha y al mismo tiempo en el manejo del recurso y puede determinar si se procesa o no la castaña en la locación.
Distancia de la concesión al punto de embarque mas cercano	Borde de rio/Carretera/Quebrada	Este criterio con sus condiciones determina también los costos hasta los puntos primarios de embarque del producto, lo cual genera diferencias en los costos operativos de transporte
Permanencia del castañero en su concesión y/o en la zona	Permanente/Estacional	El grado de permanencia en las áreas determina diferencias en varios aspectos como: posibilidad de introducción de mejoras, monitoreo, procesamiento del producto, apertura del bosque para áreas agrícolas, etc.

Fuente: Arana 2002.

2.2.4. Los Servicios Ambientales de los Bosques

Los propietarios y usuarios de los bosques siempre han reconocido que éstos les brindan una amplia variedad de beneficios ambientales, además de otros bienes como la madera, las fibras, las plantas comestibles y medicinales y los animales de caza. Entre los servicios (beneficios indirectos) ambientales más conocidos de los bosques están la protección de las cuencas hidrológicas, la recreación y la belleza del paisaje (Bishop & Landell-Mills, 2006).

La pérdida de los servicios ambientales proveídos por los bosques es una de las razones principales por las que la deforestación es causa de preocupación. Muchos de estos valiosos servicios no se intercambian en el mercado y, por lo tanto, no son tomados en cuenta cuando se

toman decisiones relacionadas con el manejo de los bosques. Los mecanismos de mercado pretenden remediar este problema. Para hacerla es necesario, entre otras cosas, un buen entendimiento de cuáles son los servicios ambientales que puede ofrecer un bosque, quiénes se benefician de dichos servicios y bajo qué condiciones lo hacen, así como entender la manera en que cambian dichos servicios cuando se pierden o se degradan los bosques. Sólo con un conocimiento más detallado será posible (y a fin de cuentas justificable), el establecimiento de mecanismos de mercado, con los cuales se pretende preservar estos beneficios (Bishop & Landell-Mills, 2006).

Los tres principales servicios ambientales que se estima que los bosques proporcionan son:

- La protección de las cuencas hidrológicas
- La conservación de la biodiversidad
- Secuestro de carbono.

Por supuesto, los bosques brindan muchos otros beneficios, incluyendo dos importantes servicios ambientales: el uso recreativo de los bosques y su aportación a la belleza del paisaje. (Bishop & Landell-Mills, 2006).

Asimismo existen otros servicios como: conservación del material genético, regulación del recurso hídrico y reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD).

2.2.5. La captura forestal de carbono

Hasta hace unos pocos años se consideraba al cambio climático (el calentamiento global) como algo poco probable, pero hoy en día se reconoce cada vez más como algo real y peligroso. El cambio climático es en parte el resultado del efecto invernadero, el cual a su vez es el resultado de la acumulación de gases con efecto invernadero (GEI) en la atmósfera (incluyendo al dióxido de carbono (CO₂), al metano (CH₄) y otros compuestos). El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), un grupo internacional de científicos especializados en el clima establecido para dar asesoría a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), estima que el

aumento de 30% en los niveles atmosféricos de GEI durante el siglo XX hizo que las temperaturas mundiales aumentaran 0.6 °C. Lo que más contribuyó a dicho aumento fue el uso de combustibles fósiles, responsables del 75% de la emisión de los GEI, seguido por la degradación forestal y la deforestación que representan un 20% adicional. El IPCC pronostica que de seguir la tendencia actual, las temperaturas aumentarán entre 1.4 y 5.8 °C durante los próximos cien años (IPCC 2000, citado por Pagiola *et al.*, 2006).

El IPCC estima varios impactos potenciales causados por el incremento en las temperaturas, incluyendo un ascenso en el nivel del mar, eventos climatológicos más severos, erosión de las costas, aumento de la salinidad, pérdida de los arrecifes de coral protectores, mayor desertificación, ecosistemas forestales dañados y la manifestación más frecuente de enfermedades. Los pobres son particularmente vulnerables a los cambios climatológicos, ya que no sólo dependen más del clima para ganarse la vida (por ejemplo, con la agricultura), sino que también tienden a residir en zonas tropicales que son las que probablemente padecen más por el aumento en las temperaturas y por los cambios del nivel del mar. Además, los pobres, por lo general, carecen de la capacidad financiera y técnica para ajustarse a los impactos del calentamiento global. (Citado por Pagiola *et al.*, 2006).

2.2.6. Ciclo del carbono

El carbono es el elemento químico fundamental de los compuestos orgánicos, que circula por los océanos, la atmósfera, el suelo, y subsuelo. Estos son considerados depósitos (reservorios) de carbono. El carbono pasa de un depósito a otro por medio de procesos químicos, físicos y biológicos. La atmósfera es el menor y el más dinámico de los reservorios del ciclo del carbono. Mientras tanto, todos los cambios que ocurren en este reservorio tienen una estrecha relación con los cambios del ciclo global de carbono y del clima. Gran parte del carbono presente en la atmósfera ocurre en la forma de dióxido de carbono (CO₂, también conocido como gas carbónico). En menor proporción, el carbono atmosférico se presenta en la forma de metano (CH₄), Perfluorocarbonos (PFCs) e Hidrofluorocarbonos (HFC). Todos estos

son considerados Gases del Efecto de Invernadero (GEI), que contribuyen con el equilibrio térmico de la Tierra. Cualquier actividad relacionada al uso del suelo que modifique la cantidad de biomasa en la vegetación y en el suelo, tiene el potencial de alterar la cantidad de carbono almacenado y emitido hacia la atmósfera, lo que influye directamente en la dinámica del clima de la Tierra (Rügnitz, 2009).

El intercambio de carbono entre el reservorio terrestre y el atmosférico es el resultado de procesos naturales de la fotosíntesis y respiración, y de la emisión de gases causada por la acción humana. La captura de carbono por medio de la fotosíntesis ocurre cuando las plantas absorben energía solar y CO_2 de la atmósfera, produciendo oxígeno e hidratos de carbono (azúcares como la glucosa), que sirven de base para su crecimiento. Por medio de este proceso las plantas fijan el carbono en la biomasa de la vegetación, y consecuentemente constituyen, junto con sus residuos (madera muerta y hojarasca), un stock natural de carbono. El proceso inverso ocurre con la emisión de carbono por medio de la respiración de las plantas, animales y por la descomposición orgánica (forma de respiración de las bacterias y hongos). A ésta se suman las emisiones de GEI debido a la deforestación, incendios, gases industriales y quema de combustibles: acciones antropogénicas que contribuyen con el desequilibrio del ciclo de carbono (Rügnitz, 2009).

El carbono presente en el suelo está ampliamente relacionado al proceso de descomposición de la biomasa por las actividades bacterianas. Parte del carbono presente en el suelo regresa a la atmósfera a través del proceso de mineralización del carbono orgánico. De forma natural, otra parte del carbono orgánico es llevado por los ríos hasta llegar a los océanos, donde se deposita en forma de carbonatos (CO_3). Este proceso también puede ser acentuado por la acción humana. El cambio de carbono entre el reservorio oceánico y el atmosférico ocurre por medio de procesos químicos que establecen un equilibrio entre las capas superficiales de los océanos y las concentraciones en el aire sobre la superficie. La cantidad de CO_2 que el océano absorbe depende de la temperatura del mismo y de la

concentración ya presente, de tal manera que temperaturas más altas del agua pueden causar la emisión de CO₂ (Rügnitz, 2009).

El ciclo del carbono es fundamental, porque de él depende la producción de materia orgánica, que es el alimento básico de todos los seres vivos.

2.2.7. Carbono almacenado

La cantidad de carbono (C) secuestrado se relaciona a la capacidad del bosque de mantener una cierta cantidad de biomasa por hectárea, la cual está en función a su heterogeneidad y está determinada por las condiciones del suelo y clima. (Arévalo *et al.*, 2003).

Las plantas tienen la capacidad de almacenar el dióxido de carbono de la atmósfera basado en el hecho de que durante la fotosíntesis se fija el carbono, que luego utilizan para generar el alimento necesario para su crecimiento, estimándose que una hectárea de plantación arbórea puede absorber alrededor de 10 toneladas de carbono por ha/año de la atmósfera, dependiendo de las condiciones del lugar. Se asume que el 45% de la biomasa vegetal seca es carbono. Existe en los bosques una acumulación de carbono que no es liberado a la atmósfera. En ecosistemas de bosques tropicales la biomasa seca puede variar entre 150 y 382 TM/ha, por lo tanto el carbono almacenado varía entre 67,5 a 171 TM/ha (Arévalo *et al.*, 2003).

2.2.8. Cambio de usos de la tierra y pérdidas de carbono almacenado

El cambio de uso de la tierra ocurre, cuando una tierra originalmente cubierta de bosques, pasa luego a ser utilizada para fines agropecuarios, produciéndose, desde el punto de vista forestal, una degradación o como mínimo un cambio del uso de la tierra. Estos cambios se dan por procesos de deforestación, sin considerar su reposición, lo que conlleva a una disminución de la cantidad total de biomasa vegetal y por ende, la cantidad de carbono secuestrado por los nuevos sistemas de uso de la tierra.

En la actualidad existe un mercado potencial creciente de carbono a nivel de la comunidad internacional y que puede ser aprovechado por el Perú, como lo está haciendo, por ejemplo, Costa Rica donde negocian el carbono fijado mediante la reforestación, manejo forestal y la conservación así como la regeneración natural (Arévalo *et al.*, 2003).

2.2.9. Los Bosques y el Cambio Climático

Se sabe que los bosques representan un papel importante en la regulación del clima mundial. Las plantas verdes toman el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera en el proceso de la fotosíntesis y lo utilizan para elaborar azúcares y otros compuestos orgánicos necesarios para su crecimiento y metabolismo. Las plantas de madera de larga vida almacenan el carbono en la madera y en otros tejidos, hasta su muerte cuando empiezan a descomponerse. Después pueden liberar el carbono de su madera a la atmósfera en forma de bióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), o de metano (CH₄), los cuales también pueden integrarse al suelo como materia orgánica (Bishop & Landell-Mills, 2006).

La captura forestal de carbono se basa principalmente en dos perspectivas: la absorción activa de la nueva vegetación y las emisiones evitadas gracias a la vegetación existente. La primera incluye a las actividades que implican la plantación de árboles nuevos (como la forestación, la reforestación o la agrosilvicultura) o el aumento en las tasas de crecimiento de la cubierta forestal existente (como mejores prácticas de silvicultura). También incluye la sustitución de los combustibles fósiles por biomasa producida de manera sostenible con el fin de reducir las emisiones de carbono que provienen de la producción de energía. La segunda considera la prevención o reducción de la deforestación y del cambio de uso de suelo o la reducción del daño a los bosques existentes (Bishop & Landell-Mills, 2006).

Ésta puede incluir la conservación directa de los bosques o de métodos indirectos, como el aumentar la eficiencia productiva de los sistemas de agricultura de corte y quema o el mejorar la eficiencia en el uso final de los recursos (como el de la leña) ambos reducirían la presión sobre los

bosques existentes. Otros ejemplos de acciones para disminuir la acumulación de carbono son: las prácticas mejoradas de explotación forestal y la prevención de incendios forestales (Bishop & Landell-Mills, 2006).

En principio, debería ser más fácil la creación de mercados para los servicios de secuestro de carbono en los bosques que para los servicios de protección de cuencas hidrológicas o de la conservación de la biodiversidad. Una razón para esto es que el valor del carbono capturado es el mismo en todas partes. Una tonelada de carbono secuestrado en un lugar contribuye de igual forma a la reducción del cambio climático que una tonelada secuestrada en cualquier otro lugar. También, es más fácil medir la captura de carbono en una biomasa vegetal que vincular los cambios de uso de suelo con las funciones hídricas o de la diversidad biológica. Esto significa que es más fácil contabilizar los aumentos o reducciones del almacenaje de carbono y, por tanto, resulta más fácil su supervisión y comercialización. Por último, las estimaciones de los costos de captura de carbono mediante la silvicultura sugieren que ésta es mucho más barata que la mayoría de los demás métodos para remediar el cambio climático, particularmente el de la reducción de las emisiones por la quema de combustibles fósiles (Bishop & Landell-Mills, 2006).

De acuerdo a los textos descritos es importante realizar estudios que demuestren que los bosques maduros secuestran carbono y de esta manera poder realizar o prestar dichos servicios ambientales teniendo en cuenta a los concesionarios castañeros, que podrían efectuar algún mecanismo para lograr este servicio beneficiándose de alguna forma y obviamente dando mayor valor a los bosques que se encuentran en las áreas naturales protegidas.

2.2.10. El Cambio Climático y el Protocolo de Kyoto

La creación de un marco reglamentario internacional para atacar el cambio climático es la base para el mercado emergente de pago por servicios ambientales de carbono forestal. Se tomó un paso importante de en 1997 con la firma del Protocolo de Kyoto, el cual establece límites

obligatorios en la emisión de gases de invernadero (GEI) a las naciones industrializadas y a las naciones en transición. Aunque se le asigna un objetivo específico de emisiones a cada país, el promedio de la reducción requerida para los países industrializados (del "Anexo B") es de un 5.2% menos que los niveles de 1990; los niveles de emisiones asignados deberán alcanzarse para 2008-2012. Esto da el equivalente a una reducción total de 456 millones de toneladas de dióxido de carbono (tCO₂).

Según el Protocolo, puede lograrse la reducción de emisiones ya sea mediante su reducción directa o a través del aumento en el secuestro de carbono. La importancia de los bosques como una fuente de carbono (alrededor de la cuarta parte de las emisiones globales provienen de la quema de bosques, el desmonte y la erosión del suelo) y de almacenaje de carbono (los bosques representan las dos terceras partes del carbono terrestre) radica en que estos pueden representar un papel clave en la generación de reducciones de carbono. (Citado por Pagiola *et al.*, 2006).

Además de establecer metas nacionales de emisiones y de definir cuáles actividades pueden encaminarse hacia dichas metas, el Protocolo de Kyoto proporciona un marco para comercializar los derechos de emisión. Al reconocer que algunos países encontraran más fácil y más barata la reducción de las emisiones que otros, el Protocolo permite que los países comercialicen los derechos de emisión a fin de reducir los costos totales y poder alcanzar su meta. Los países que quieran emitir más del límite acordado, pueden comprar derechos adicionales a los países que puedan reducir las emisiones más allá de su meta. (Citado por Pagiola *et al.*, 2006).

No obstante, como parte de los esfuerzos de lograr un acuerdo político en la Sexta Conferencia de las Partes (COP6), celebrada en julio de 2001, se impusieron varios límites en el comercio de los derechos de emisión. En particular, las actividades forestales permitidas por el Mecanismo de Desarrollo Limpio se restringen a la forestación y la reforestación. Asimismo, los créditos de la silvicultura y otros captadores terrestres se limitaron al 1% de las emisiones de año de referencia del

país. Asimismo, puede usarse la administración forestal de los países y la implementación conjunta, sujetas a los límites específicos de cada país. En una reunión más reciente, la Séptima Conferencia de las Partes (COP7), celebrada en Marrakech en noviembre de 2001, se tomó la decisión de limitar la acumulación de pagos por servicios ambientales de carbono como resultado del Mecanismo de Desarrollo Limpio y la Implementación Conjunta (Citado por Pagiola *et al.*, 2006).

2.2.11. Calentamiento Global (El Efecto Invernadero)

El Calentamiento global es el aumento de la temperatura de la tierra debido al uso de combustibles fósiles y a otros procesos industriales que llevan a una acumulación de gases invernadero (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y clorofluorocarbonos) en la atmósfera. Desde 1896 se sabe que el dióxido de carbono ayuda a impedir que los rayos infrarrojos escapen al espacio, lo que hace que se mantenga una temperatura relativamente cálida en nuestro planeta (efecto invernadero). Sin embargo, el incremento de los niveles de dióxido de carbono puede provocar un aumento de la temperatura global, lo que podría originar importantes cambios climáticos con graves implicaciones para la productividad agrícola.

Las causas del aumento de CO₂ son, en primer lugar, el continuo conocimiento de la utilización de los combustibles orgánicos; de la deforestación (tanto directa, por la reducción del consumo que los vegetales realizan del CO₂ atmosférico, como indirectamente, si la deforestación es consecuencia del fuego, por cuanto los vegetales, que han fijado grandes cantidades de CO₂ durante la fotosíntesis, lo devuelve en buena medida a la atmósfera como consecuencia de la combustión de la madera); la desecación de las zonas húmedas y ciertas prácticas agrícolas, ecológicamente agresivas (Tyler & Miller, 1994).

El efecto invernadero es el calentamiento global que está sufriendo nuestro planeta por acumulación de gases que retienen el calor de la superficie terrestre. La causa principal de la producción del efecto invernadero es el CO₂. Esto se explica que cuando en la atmósfera hay un exceso de moléculas de CO₂, la radiación infrarroja emitida por el sol

no puede atravesar la capa de smog (capa de gases), siendo devuelta en todas direcciones hacia la tierra, elevando de esta manera la temperatura en las capas atmosféricas cercanas al suelo (Vásquez, 2000).

El aumento de CO₂ se debe principalmente a la contaminación provocada por el hombre, produciendo muchos gases de CO₂, mediante la quema o combustión de basura, bosques, etc. Además se debe a la descomposición de la materia orgánica, deforestación de amplias zonas de tierra, tubos de escape de los vehículos, respiración de los organismos vivos, etc. El efecto que origina el fenómeno invernadero en la tierra, es el sobrecalentamiento del planeta tierra, ocasionando cambios notables en el clima de los lugares con mayor cantidad de CO₂ en su atmósfera. (Vásquez, 2000).

Las actividades humanas han incrementado la concentración de Carbono atmosférico en los últimos 150 años a través de dos maneras: a) El Carbono nuevo permanece y se acumula en la atmósfera. b) El cambio en el uso de la tierra está transformando los sistemas forestales considerados como sumideros de Carbono, en zonas agrícolas y urbanas que tienden a ser fuentes de carbono (Vásquez, 2000).

Desde el inicio de la era industrial, como producto del uso de energías derivadas de fuentes fósiles (petróleo, carbón, gas, etc.), las emisiones antropogénicas han aumentado considerablemente la concentración de CO₂ en el aire. En los últimos 50 años este aumento de la concentración ha sido mayor al 25%. Considerando las absorciones por los sumideros naturales (bosques, otra vegetación y mares) y las emisiones por las fuentes de CO₂, el balance anual neto de emisiones a la atmósfera llega a 3 000 millones de toneladas / año (Loguercio, 2000).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

El ciclo de carbono en la vegetación es muy dinámico y sumamente complejo, por lo que, para hacer una estimación de la cantidad de carbono secuestrado en un ecosistema forestal es necesario analizar los componentes que lo integran.

El proceso de investigación del presente trabajo se realizó en tres fases: Una de campo, que consistió en registrar la información necesaria como son las coordenadas y el DAP de los árboles de castaña y el recojo de muestras con las respectivas medidas (espesor y diámetro ecuatorial de los cocos de castaña); la segunda fase, período de laboratorio que consistió en el secado de muestras; y la tercera fase, período de gabinete, que se fundamentó en el procesamiento, análisis e interpretación de los datos para determinar la cantidad de carbono en cada uno de las muestras.

3.1. Aspectos generales

3.1.2. Área de estudio

Los árboles empleados para generar la base de datos del presente estudio fueron obtenidos de una concesión castañera. A continuación se describe el área:

3.1.2.1. Información General

- Nombre del Titular : Patricio León Mayta Mendoza
- Código del Titular: 168 – LOERO
- N° Contrato de Concesión: 17-TAM/C-OPB-A-031-05

3.1.2.2. Información Básica

La concesión castañera se encuentra en la provincia y distrito de Tambopata, sector de Loero. Está ubicada en la margen izquierda del Río Tambopata, aguas arriba.

Cuadro N° 04
Ubicación Política

Departamento	Madre de Dios
Provincia	Tambopata
Distrito	Tambopata
Sector	Loero

Fuente: ⁵PGMF 2006.

Cuadro N° 05
Coordenadas UTM

Coordenadas UTM (Zona 19, WGS 84)		
Vértice	Este (E)	Norte (N)
P1	483934	8603040
P2	484400	8603050
P3	484600	8602550
P4	484725	8602550
P5	484764	8602501
P6	485819	8601929
P7	485875	8601543
P8	485794	8601341
P9	484175	8601341
P10	483800	8601909
P11	483557	8602212
P12	483636	8602273
P13	483437	8602551
P14	483370	8602500
P15	483300	8602584
P16	483385	8602803
P17	483599	8602907
P18	483727	8602834

Fuente: ⁵PGMF 2006.

- Área Total (ha) : 259.85

⁵ Plan General de Manejo Forestal (PGMF) del concesionario castañero elaborado por el Proyecto Conservando Castañales-ACCA.

- Accesibilidad.

La principal vía de acceso es fluvial partiendo desde la ciudad de Puerto Maldonado, aguas arriba por el río Tambopata hasta el sector de Loero. El campamento esta ubicado a orillas de la margen izquierda del río.

El medio de transporte es mediante embarcación impulsada por motor peque-peque de 16 HP. El tiempo estimado empleado desde la ciudad de Puerto Maldonado es de 30 minutos hasta el campamento, ubicado ha orillas del río Tambopata margen izquierda. Desde este punto se camina 10 minutos hasta llegar a la concesión castañera.

- Aspectos Biofísicos.

Esta zona presenta una fisiografía de terraza plana con ligeras ondulaciones e inclinaciones de 2-4 % de pendiente y una altitud promedio de 341 m.s.n.m. La temperatura promedio anual es de 27 °C y con una precipitación anual de 2500 mm. De acuerdo a la primera Mapificación y evaluación forestal del bosque de producción permanente del Departamento de Madre de Dios (INRENA 2003), ésta área abarca lo siguiente:

- * Bosque de Vigor 1, con un área de 165.47 ha.
- * Bosque de Vigor 2, con un área de 4.44 ha.
- * Bosque de Vigor 3, con un área de 2.63 ha.
- * Actividad Agropecuaria, con un área de 87.24 ha.

Pero tanto en el bosque de vigor 2 y bosque de vigor 3 no se encuentran árboles de castaña y son áreas pequeñas (ver mapa N° 03), es por ello que no se a considerado una variable independiente, solo se tiene de referencia para la explicación de los resultados.

El bosque presenta una composición florística muy compleja, característico de un bosque heterogéneo. Predominando los boques de terrazas, donde encontramos individuos de castaña (*Bertholletia excelsa*) asociado con otras especies maderables predominantes como: Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), cedro (*Cedrela odorata*),

mashonaste (*Clarisia racemosa*), misa (*Eschweilera tinbuchensis*), Quillabordón (*Aspidosperma vargasii*), Ishpingo (*Amburana cearensis*), Lagarto Caspi (*Calophyllum brasiliense*), Pumaquiro (*Aspidosperma macrocarpon*), y otras.

Se puede apreciar la presencia de grandes extensiones de Palmiche (*Geonoma deversa*) dispersadas a lo largo de ambas márgenes de las estradas y por ende dentro del área de la concesión.

También se encuentran zonas intermedias con presencia de palmeras como: Ungurahui (*Oenocarpus batahua*), Huasai (*Euterpe precatoria*), etc. Y entre la fauna silvestre se puede apreciar una variedad de mamíferos y aves.

3.2. Materiales, herramientas y equipos:

a) Materiales

- Mapa de ubicación
- Mapa de distribución de árboles de castaña
- Libreta de Campo
- Marcadores
- Lapiceros
- Lápices
- Regla
- Sacapuntas
- Formatos de toma de datos e instrucciones de monitoreo
- Maletín de primeros auxilios
- Linternas
- Repelentes de insectos entre otros.
- Etiquetas
- Bolsa de Polietileno
- Botas de jebe
- Impermeable
- Folder
- Hojas bond
- Útiles de escritorio

- Papelería en general
- Software especializado: Arc View 3.3.

b) Herramientas

- Machetes
- Cinta diamétrica

c) Equipos

- Balanza analítica
- Balanza mecánica
- Horno (estufa)
- Brújula
- GPS Garmin
- Cámara fotográfica digital
- Computadora (Microsoft office 2007)
- Impresora
- Calculadora científica

3.3. Métodos

3.3.1. Tipo de investigación

El enfoque del presente trabajo es cuantitativo y abarca dos tipos de investigación: descriptiva y correlacional; el primero busca especificar las propiedades y características de los objetos, es decir miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos conceptos. Con respecto al segundo tipo de investigación tiene como propósito conocer la relación que exista entre dos o más variables (Hernández *et al.*, 2006).

3.3.2. Diseño de investigación

El plan o estrategia que se desarrollo para obtener la información fue un diseño no experimental transeccional o transversal descriptivo y correlacionales-causales; el cual consistió en observar y recolectar datos en un solo momento, para luego analizarlos y relacionarlos entre

sus variables, como se observa en los resultados de la investigación (Hernández *et al.*, 2006).

3.3.3. Estadística

De acuerdo a los objetivos del trabajo se empleo la estadística descriptiva, siendo éste una herramienta útil para conocer los datos y de esta manera se calculó promedios, la desviación estándar y el coeficiente de variación, y también la relación que existe entre sus variables. (Orihuela, 2003)

3.3.3.1. Media aritmética

Es el promedio aritmético de una distribución y es la medida de tendencia central más utilizada, se calcula de la siguiente manera (Hernández *et al.*, 2006):

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1} x_i}{n}$$

Donde:

X_i = Valor observado de unidad i -ésima de la muestra.

n = Número de las unidades de la muestra (Tamaño de muestra)

3.3.3.2. Desviación estándar

Es el promedio de desviación de las puntuaciones con respecto a la media. Esta medida se expresa en las unidades originales de medición de la distribución. Se interpreta en relación con la media. Cuanto mayor sea la distribución de los datos alrededor de la media, mayor será la desviación estándar. Se simboliza con la letra S y su formula esencial es (Sabogal *et al.*, 2004):

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1} x_i^2 - (\sum_{i=1} x_i)^2 / n}{n - 1}}$$

Donde:

X_i = Valor observado de unidad i-ésima de la muestra.

n = Número de las unidades de la muestra (Tamaño de muestra)

3.3.3.3. Coeficiente de Variación

Es una medida que expresa la desviación estándar como un porcentaje de la media (Sabogal *et al.*, 2004).

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100$$

3.3.3.4. Error estándar (S_x)

Mide el desvío de las medias muestrales respecto de la media poblacional. (Sabogal *et al.*, 2004).

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Donde:

S = Desviación estándar

n = Número de las unidades de la muestra (Tamaño de muestra)

3.3.3.5. Diagrama de dispersión

El primer paso para determinar el sentido y el grado de la correlación entre dos variables consiste en representar gráficamente, en el plano cartesiano, los pares de valores conocidos. Estos gráficos, que reciben el nombre de diagrama de dispersión, permiten visualizar la posición de los datos en el plano. La forma de la nube de puntos asociada a cada diagrama permitirá establecer conjeturas sobre la correlación existente entre las variables estudiadas. (Gómez *et al.*, 2006).

3.3.3.6. Coeficiente de correlación de Pearson

Es una prueba estadística para analizar la relación entre dos variables medidas por intervalos o de razón. Se simboliza con la letra r .

El coeficiente de correlación nos indica el grado de aproximación de los puntos de la nube a la recta de regresión. Su fórmula es:

$$r = \frac{S_{xy}}{S_x \cdot S_y}$$

El coeficiente r puede variar de -1.00 a +1.00, donde (Hernández *et al.*, 2006):

- 1.00 = correlación negativa perfecta. (A mayor X, menor Y, de manera proporcional. Es decir, cada vez que X aumenta una unidad, Y disminuye siempre una cantidad constante). Esto también se aplica a menor X, mayor Y.
- 0.90 = correlación negativa muy fuerte.
- 0.75 = correlación negativa considerable.
- 0.50 = correlación negativa media.
- 0.25 = correlación negativa débil.
- 0.10 = correlación negativa muy débil.
- 0.00 = no existe correlación alguna entre las variables.
- +0.10 = correlación positiva muy débil.
- +0.25 = correlación positiva débil.
- +0.50 = correlación positiva media.
- +0.75 = correlación positiva considerable.
- +0.90 = correlación positiva muy fuerte.
- +1.00 = correlación positiva perfecta.

El signo indica la dirección de la correlación (si r es positivo la correlación es directa y si r es negativo la correlación es inversa); y el valor numérico, la magnitud de la correlación. (Hernández *et al.*, 2006)

3.3.3.7. Regresión lineal

Es un modelo matemático para estimar el efecto de una variable sobre otra. Está asociado con el coeficiente de Pearson. Brinda la oportunidad de predecir las puntuaciones de una variable tomando las puntuaciones de la otra variable. Entre mayor sea la correlación entre las variables, mayor la capacidad de predicción. Una de las variables se considera como independiente y otra como dependiente. La regresión lineal se determina con base en el diagrama de dispersión. (Hernández *et al.*, 2006)

Uno de los procedimientos muy comunes en el ajuste regresivo es el método de los mínimos cuadrados, que produce estimaciones con menor error cuadrático promedio. La forma general de una ecuación de recta es:

$$y = a + bx$$

Donde:

X = variable independiente

Y = variable dependiente

a = término independiente o intercepto

b = coeficiente de X

Para hallar los parámetros (a, b) se utiliza las siguientes fórmulas:

$$1) \quad b = \frac{S_{xy}}{S_x^2}$$

$$2) \quad \bar{a} = \bar{y} - b \bar{x}$$

La recta de regresión de Y sobre X. Sirve para hacer estimaciones o predicciones de los valores de Y conociendo los de X.

3.3.8. Técnicas de Muestreo

La elección de las muestras respectivas tanto para árboles y cocos fueron de tipo probabilístico, porque todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos, es decir por medio de una selección aleatoria. (López & Gonzales, 2007)

3.3.8.1. Población y muestra

La población estuvo constituida por 180 árboles productivos de castaña del área de estudio, esta información es de acuerdo al Plan General de Manejo Forestal para el Aprovechamiento de Castaña perteneciente al concesionario Sr. Patricio León Mayta Mendoza y para obtener las muestras respectivas se utilizó la siguiente fórmula estadística (Según Cochran, 2000).

Cálculo del Número de Muestras:

$$n_0 = \frac{Z^2 NPQ}{\varepsilon^2 (N - 1) + Z^2 PQ}$$

Donde:

- n_0 = Tamaño de la muestra de una población supuesta finita.
 Z = Nivel de confianza con una probabilidad del 95%.
 P = Es la variabilidad positiva (50%).
 q = Es la variabilidad negativa (50%).
 ε = Error de estimación (12%, Sabogal *et al.* 2004).
 N = Población.

Sus valores correspondientes son:

$$\begin{aligned} Z &= 1,96 \\ N &= 180 \\ P &= 0,5 \end{aligned}$$

$$Q = 0,5$$

$$\varepsilon = 0,12$$

Total de la muestra = 49 árboles

Como la fracción de muestreo fue superior al 10% entonces se aplicó la corrección de la muestra, con la siguiente fórmula:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0 - 1}{N}}$$

Donde:

n = Número de muestras a realizar

n_0 = Tamaño de la muestra de una población supuesta finita (obtenida con la formula anterior)

N = Población de árboles

Entonces a partir de la ultima formula se obtuvo el tamaño de la muestra siendo como resultado la cantidad de 39 árboles a muestrear.

De la misma manera se utilizó las formulas mencionadas anteriormente para determinar la cantidad de muestras de cocos de castaña de cada árbol muestreado, pero en este caso se efectuó dichos cálculos en el campo debido a que no se tiene registro sobre la cantidad de cocos por árbol, es así que se aplicó las formulas insitu obteniendo como resultado el número necesario de cocos a muestrear, para este caso se utilizó un error del 20 % (Sabogal *et al.*, 2004).

Cabe mencionar que al momento del conteo de los cocos por árbol se aumentó un 10% del total, porque todavía la caída de los frutos continuaría pero en menor cantidad.

3.3.9. Fases del proceso de investigación

3.3.5.1. Levantamiento de información en campo

Con lo mencionado líneas arriba, es decir una vez determinado las muestras y haber definido el método que se aplicó a este trabajo de

investigación se prosiguió de la siguiente manera para recolectar los datos necesarios en la concesión castañera:

- a) Mediante el mapa de distribución espacial se ubicaron los 39 árboles muestreados de forma aleatoria en toda el área de la concesión.
- b) Seguidamente con la navegador (GPS) se tomó las coordenadas UTM de cada árbol, para ello se utilizó el Datum Horizontal Word Geodesied System 1984 (WGS 84) útil en el campo forestal; para registrar el diámetro del fuste de los árboles en pie se han medido a una altura de 1.30 m (DAP).
- c) Luego se procedió a recolectar, teniendo como referencia la copa del árbol, y contar la cantidad de cocos de castaña por cada árbol muestreado, para ello se aumentó en cada árbol el 10% del total, con este dato se determinó del tamaño de las muestras de los cocos. Cabe mencionar que éste último solo se considero la parte de mayor volumen, debido a que actualmente se viene utilizando en la artesanía local.
- d) Después de haber registrado el peso húmedo (gramos), espesor (mm.) y el diámetro ecuatorial (cm.) de cada coco muestreado por árbol en el respectivo formato, se codifico cada muestra.
- e) Una vez concluido esta fase se llevo las muestras al laboratorio.

3.3.5.2. Periodo de laboratorio

- a) Se realizó el proceso de secado de las muestras para ello se utilizó el horno con la finalidad de determinar el peso seco (gramos) de la cubierta de los cocos de castaña, siendo un total de 436 cocos, a 60°C por un periodo de 72 horas (Orozco & Brumér, 2002).

3.3.5.3. Levantamiento de información en gabinete

- a) Se digitalizó y proceso los datos obtenidos en campo, empleando para ello una computadora, con la aplicación de los programas Word (redacción), Hoja de cálculo Excel (diseño de

- base de datos, regresión lineal y gráficos) y Arc View (elaboración de mapas).
- b) El siguiente paso fue realizar los cálculos aplicando las siguientes formulas que a continuación se muestran, y con ello se obtuvo los resultados de la evaluación de biomasa y se determinó la cantidad de carbono secuestrado en los cocos de castaña (ver formato B).
- c) El cálculo de secuestro de carbono es obtenida a partir de ecuaciones propuestas por **Brown S. y Alpizar, 1997.** (Chambi 2001)

Este valor se calcula de la siguiente manera:

Ecuación 1

$$CH = ((Phc - Psc) / Phc) 100 \%$$

Donde:

CH : Contenido de humedad

Phc : Peso húmedo de la cubierta del coco

Psc : Peso seco de la cubierta del coco

Con el valor de contenido de humedad se procede a calcular la proporción del peso húmedo que corresponde a biomasa.

Ecuación 2

$$Y = Phc - (Phc \times CH)$$

Donde:

Y : Biomasa en gramos

Phc : Peso húmedo de la cubierta del coco (gr)

CH : Contenido de humedad

Los valores obtenidos se multiplican por 0.5 (en ausencia de datos disponibles se asume como valor esperado el 50%, Brown y Lugo 1984, IPCC 1996, citado por Orozco & Brumér 2002) resultando la cantidad de carbono fijado por cada coco de castaña, es decir:

Ecuación 3

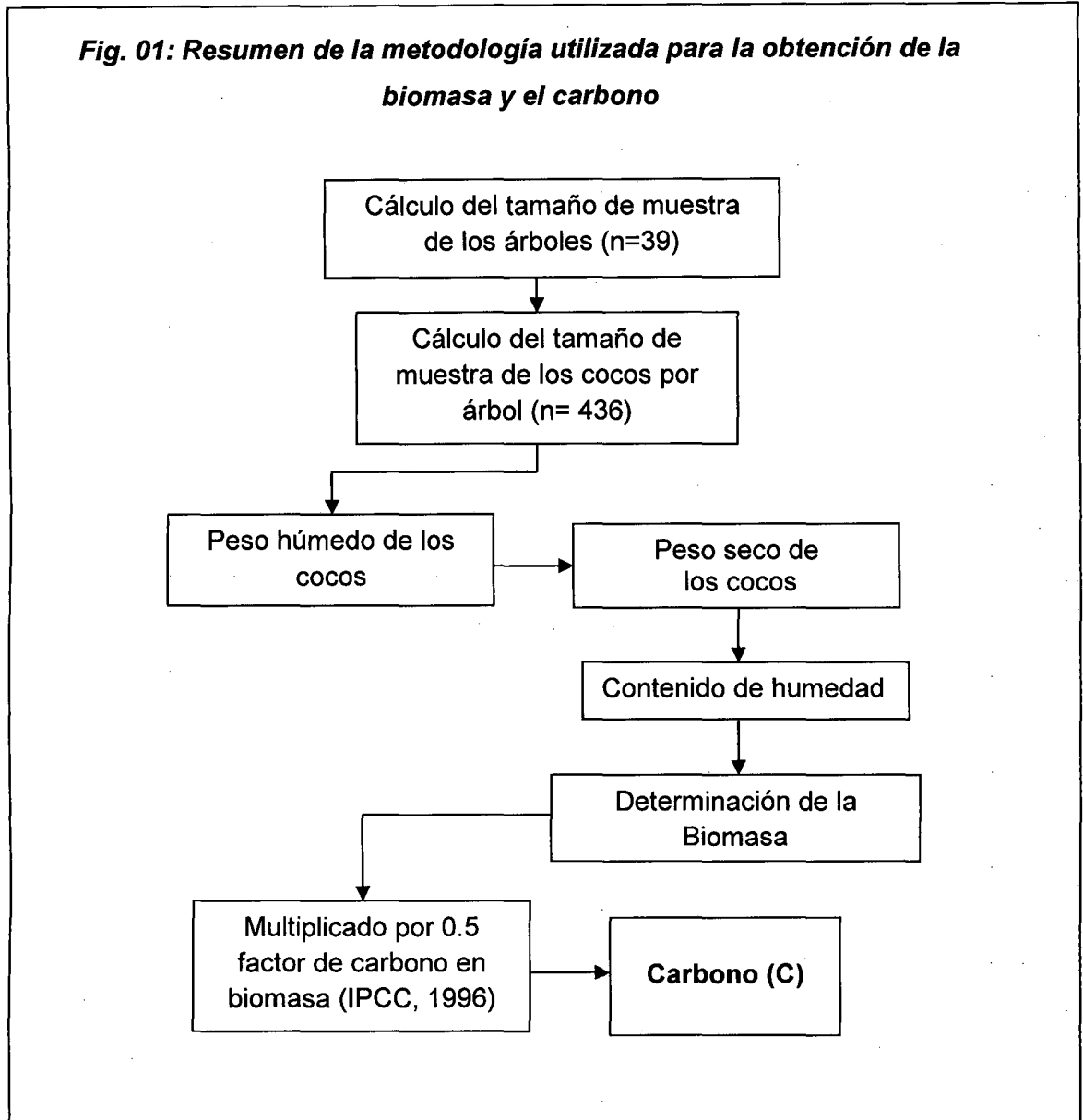
$$C \text{ (gr/c)} = B \times 0.5$$

Donde:

- C : Carbono fijado
B : Biomasa
gr. : gramos
c : coco de castaña

- d) Con la información obtenida de las ecuaciones descritas anteriormente se efectuó el procesamiento, análisis e interpretación de los datos para la determinación de la cantidad de carbono en cada muestra.
- e) Se representó gráficamente los resultados para observar el grado de correlación entre las variables dependiente e independiente, el cual recibe el nombre de diagrama de dispersión, permitiendo visualizar la posición de los datos en el plano cartesiano y la relación existente entre las variables como el DAP, espesor y el diámetro ecuatorial de los cocos de castaña con el carbono almacenado. También se relacionó según la clase diamétrica, para la determinación de la cantidad de individuos, se considero parámetros de variación de 10 centímetros (intervalo semiabierto por la derecha), que permitan una rápida cuantificación del total de árboles de castaña.
- f) Seguidamente se determinó el coeficiente de correlación lineal y la recta de regresión lineal de Shumaker, el cual es un método que permitió hallar la relación entre las variables.
- g) Se elaboraron mapas de dispersión de los árboles muestreados, tipos de bosques y de ubicación del área.
- h) Finalmente se contrastó las hipótesis, que a continuación se presenta en el siguiente capítulo.

Fig. 01: Resumen de la metodología utilizada para la obtención de la biomasa y el carbono



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

La extensión total de la concesión castañera es 259.85 ha, con una densidad de 0.69 árboles productivos/ha. Se registró el DAP de los árboles de castaña (*Bertholletia excelsa*), número total de los cocos y datos morfométricos del mismo, como se observa en los siguientes cuadros.

Cuadro N° 06

Datos de los árboles y número de los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*) en campo.

Código del árbol	Coordenadas		DAP (cm)	Número total de cocos	Número de muestras
	X	Y			
1	483880	8601879	110	154	18
2	484209	8601914	120	393	21
3	484480	8601963	150	503	22
4	484776	8602035	130	98	16
5	485013	8602040	101	20	7
6	484762	8601917	125	35	10
7	484530	8601839	127	41	11
8	484533	8601816	153	58	13
9	484547	8601811	110	24	8
10	484561	8601937	131	22	8
11	484607	8601956	115	39	11
12	484662	8601915	108	29	9
13	484759	8602010	98	21	8
14	484876	8602017	121	37	11
15	484805	8602010	127	49	12
16	484779	8602077	127	24	8
17	484494	8602288	159	40	11
18	484507	8602284	124	16	6
19	484413	8602118	111	27	9
20	484470	8602067	137	83	15
21	484490	8602021	99	47	12
22	484553	8602236	127	68	14
23	484590	8602252	118	35	10
24	484574	8602154	121	19	7
25	484608	8602149	153	14	6
26	484489	8602140	125	10	4
27	484101	8601666	200	58	13
28	484464	8601646	200	39	11

Código del árbol	Coordenadas		DAP (cm)	Número total de cocos	Número de muestras
	X	Y			
29	484447	8601556	250	40	11
30	484415	8601535	112	15	6
31	484387	8601610	132	54	13
32	484306	8601602	115	51	13
33	484277	8601593	130	57	13
34	483768	8602017	109	34	10
35	483913	8602248	162	22	8
36	483839	8602210	124	58	13
37	483866	8602175	124	69	14
38	483853	8602090	102	38	11
39	483811	8602089	127	56	13
Total					436

Fuente: Elaboración propia.

En este cuadro se observa la información recopilada en el campo de los 39 árboles de castaña, el cual representa el 22% de área total de estudio, como el DAP que varía entre 98 a 250 cm. con una media de 131.13 cm; de igual manera la cantidad total de cocos variando de 10 a 503 con una media de 64.03 cocos por árbol, y el respectivo cálculo del tamaño de muestra del mismo. Se tuvo un total de 436 cocos recolectados.

Cuadro N° 07

Estadística descriptiva de los datos (campo)

Datos de los cocos de castaña	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Desviación Estándar	CV (%)	Error estándar
Peso húmedo (gr.)	90	560	470	233.7	65.32	27.95	3.13
Espesor (mm.)	4	16	12	9.47	1.93	20.38	0.09
Diámetro ecuatorial (cm.)	7	12	5	9.61	0.88	9.16	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Según el coeficiente de variación (CV) se tiene que el peso húmedo de los cocos presentó una mayor dispersión de los datos seguida por el espesor y diámetro ecuatorial, lo que estaría indicando una humedad bastante variable en los cocos que cada vez disminuye conforme se considera medidas que no incluya el volumen (los datos que se muestran en el presente cuadro fueron obtenidos de la información levantada en campo ver anexo I-cuadro A).

Cuadro N° 08

Estadística descriptiva de los datos (gabinete)

Datos de los cocos de castaña	Mínimo	Máximo	Rango	Media	Desviación Estándar	CV (%)	Error estándar
Peso seco (gr.)	65.30	400.17	334.87	162.08	43.07	26.57	1.27
Contenido de humedad	0.14	0.74	0.6	0.44	0.11	25.00	1.20
Biomasa (gr.)	55.96	336.33	280.37	128.40	37.58	29.27	1.40
Carbono fijado (gr.)	27.98	168.17	140.19	64.22	18.77	29.23	1.40

Fuente: Elaboración propia.

Según el coeficiente de variación (CV) se tiene que la biomasa y por ende el carbono fijado presentaron una mayor dispersión de los datos seguida por el peso seco y contenido de humedad, respectivamente lo que indica, siendo este último parámetro casi constante o uniforme en los cocos (los datos que se muestran en el presente cuadro fueron obtenidos de la información levantada en gabinete ver anexo I-cuadro B).

Cuadro N° 09

**Estadística descriptiva del espesor de los cocos de castaña
(Promedio por árbol)**

Clase diamétrica (cm)	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio del espesor del coco mm.	Desviación estándar	Coefficiente de variación %
90-100	13	8	9.1	1.13	12.34
	21	12	10.0	1.48	14.80
100-110	5	7	6.6	0.98	14.91
	38	11	9.3	2.10	22.65
	12	9	9.3	1.87	20.04
	34	10	9.6	1.43	14.90
110-120	1	18	9.0	1.38	15.33
	9	8	8.9	0.99	11.17
	19	9	8.4	1.24	14.64
	30	6	7.8	0.98	12.51
	11	11	11.2	1.25	11.18
	32	13	8.6	0.96	11.14
	23	10	10.2	1.23	12.06
120-130	2	21	12.0	1.63	13.58
	14	11	9.8	1.25	12.73
	24	7	10.1	1.46	14.39
	18	6	9.7	0.82	8.48
	36	13	13.4	1.71	12.78
	37	14	8.4	1.42	17.01

Clase diamétrica (cm)	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio del espesor del coco mm.	Desviación estándar	Coefficiente de variación %
	6	10	8.3	0.82	9.88
	26	3	10.5	1.00	9.52
	7	11	8.3	0.91	10.94
	15	12	8.4	1.51	17.88
	16	8	9.0	1.31	14.56
	22	14	7.8	0.70	8.99
	39	13	9.2	1.01	10.94
130-140	4	16	11.1	1.82	16.36
	33	13	9.3	1.38	14.83
	10	8	9.1	1.25	13.65
	31	13	6.9	1.04	15.02
	20	15	10.1	1.22	12.09
150-160	3	22	9.8	1.02	10.44
	8	13	7.3	0.95	12.96
	25	6	11.0	1.17	10.64
	17	11	9.5	1.04	10.90
160-170	35	8	9.5	0.93	9.79
200-210	27	13	9.9	1.38	13.91
	28	11	11.4	1.50	13.20
250-260	29	11	7.5	1.44	19.32

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra que el coeficiente de variación por clase diamétrica con respecto al espesor de los cocos (promedio) varía del 8.48% al 22.65 % esto indica que hay una marcada variación para este indicador. También se observa que las clases 100-110 y 120-130 no es muy constante o uniforme a comparación de las demás, probablemente interfiere la edad del árbol. Además los cocos que miden menor de 10 cm. tienen un coeficiente más disperso.

Cuadro N°10
Estadística descriptiva del diámetro ecuatorial de los cocos de castaña
(Promedio por árbol)

Clase diamétrica	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio del diámetro ecuatorial del coco cm.	Desviación estándar	Coefficiente de variación %
90-100	13	8	10.09	0.36	3.57
	21	12	9.28	0.56	6.03

Clase diamétrica	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio del diámetro ecuatorial del coco cm.	Desviación estándar	Coefficiente de variación %
100-110	5	7	8.35	0.41	4.91
	38	11	9.42	0.62	6.58
	12	9	9.47	0.45	4.75
	34	10	10.22	0.80	7.83
110-120	1	18	9.87	0.62	6.28
	9	8	8.99	0.44	4.89
	19	9	9.63	0.39	4.05
	30	6	9.25	0.11	1.14
	11	11	9.61	0.76	7.91
	32	13	8.75	0.32	3.66
	23	10	10.22	0.66	6.46
120-130	2	21	10.36	0.87	8.40
	14	11	9.96	0.49	4.92
	24	7	9.43	0.41	4.35
	18	6	10.34	0.39	3.77
	36	13	10.07	0.67	6.65
	37	14	9.01	1.33	14.76
	6	10	9.31	0.72	7.73
	26	3	9.98	0.55	5.51
	7	11	8.34	0.38	4.56
	15	12	9.89	0.46	4.65
	16	8	9.33	0.56	6.00
	22	14	9.42	0.33	3.50
	39	13	9.17	0.55	6.00
130-140	4	16	9.68	0.74	7.64
	33	13	9.96	0.59	5.92
	10	8	9.74	0.47	4.83
	31	13	7.99	0.49	6.13
	20	15	10.21	0.68	6.66
150-160	3	22	9.73	0.44	4.52
	8	13	8.88	0.66	7.43
	25	6	10.88	0.57	5.24
	17	11	10.43	0.67	6.42
160-170	35	8	9.54	0.63	6.60
200-210	27	13	10.43	0.46	4.41
	28	11	10.81	0.46	4.26
250-260	29	11	8.59	0.73	8.50

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra que el coeficiente de variación por clase diamétrica con respecto al diámetro ecuatorial de los cocos (promedio) alcanza valores entre 1.14 a 14.76 % lo que indica que hay una marcada variación para este indicador. También se observa que las clases 110-120 y 120-130 no es muy constante o uniforme a comparación de las demás, probablemente interfiere la edad del árbol. Además los cocos que miden menor de 10 cm. tienen un coeficiente más disperso.

Cuadro N° 11
Estadística descriptiva del peso húmedo de los cocos de castaña
(Promedio por árbol)

Clase diamétrica	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio del peso húmedo del coco	Desviación estándar	Coeficiente de variación
90-100	13	8	269.38	35.98	13.36
	21	12	244.67	41.41	16.92
100-110	5	7	166.57	34.52	20.73
	38	11	231.91	37.79	16.30
	12	9	234.33	26.83	11.45
	34	10	232.70	40.06	17.21
110-120	1	18	205.61	33.46	16.27
	9	8	175.25	26.33	15.03
	19	9	210.89	22.88	10.85
	30	6	189.17	28.36	14.99
	11	11	241.91	29.50	12.19
	32	13	183.00	35.71	19.51
	23	10	288.00	51.49	17.88
120-130	2	21	324.90	84.91	26.13
	14	11	238.73	34.33	14.38
	24	7	246.14	26.47	10.76
	18	6	300.00	50.99	17.00
	36	13	348.85	77.33	22.17
	37	14	189.00	30.53	16.15
	6	10	193.20	24.84	12.86
	26	3	249.00	11.28	4.53
	7	11	182.73	27.42	15.01
	15	12	197.92	39.30	19.86
	16	8	215.63	34.89	16.18
	22	14	199.07	24.64	12.38
	39	13	214.92	29.56	13.75
130-140	4	16	291.56	94.21	32.31
	33	13	217.92	33.93	15.57
	10	8	237.50	40.00	16.84

Clase diamétrica	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio del peso húmedo del coco	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	31	13	169.38	38.14	22.52
	20	15	243.87	22.80	9.35
150-160	3	22	224.27	28.79	12.84
	8	13	161.54	32.06	19.85
	25	6	317.50	41.44	13.05
	17	11	277.91	49.83	17.93
160-170	35	8	228.38	15.20	6.66
200-210	27	13	266.92	43.81	16.41
	28	11	330.73	39.22	11.86
250-260	29	11	148.36	30.71	20.70

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra que el coeficiente de variación por clase diamétrica con respecto al peso húmedo de los cocos (promedio) alcanza valores entre 4.53 a 32.31% lo que indica que hay una marcada variación para este indicador.

Cuadro N° 12
Estadística descriptiva del peso seco de los cocos de castaña
(Promedio por árbol)

Clase diamétrica	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio del peso seco del coco	Desviación estándar	Coefficiente de variación
90-100	13	8	180.40	26.97	14.95
	21	12	169.48	28.92	17.06
100-110	5	7	116.44	12.09	10.38
	38	11	169.06	29.16	17.25
	12	9	152.65	22.31	14.62
	34	10	158.19	24.51	15.49
110-120	1	18	145.68	24.21	16.62
	9	8	137.51	20.68	15.04
	19	9	147.62	20.00	13.55
	30	6	134.19	21.66	16.14
	11	11	164.02	22.07	13.46
	32	13	128.85	24.80	19.25
	23	10	187.67	36.06	19.21
120-130	2	21	217.34	64.82	29.82
	14	11	171.87	21.71	12.63
	24	7	163.08	14.56	8.93
	18	6	206.74	27.41	13.26
	36	13	233.84	45.06	19.27

Clase diamétrica	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio del peso seco del coco	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	37	14	130.26	20.07	15.41
	6	10	134.06	16.97	12.66
	26	3	187.47	27.01	14.41
	7	11	129.95	13.12	10.10
	15	12	137.85	22.28	16.16
	16	8	144.62	18.03	12.47
	22	14	139.72	21.40	15.32
	39	13	142.35	19.63	13.79
130-140	4	16	195.88	59.83	30.54
	33	13	155.19	24.00	15.46
	10	8	160.10	21.38	13.35
	31	13	123.31	22.49	18.24
	20	15	172.11	15.74	9.15
150-160	3	22	149.62	17.25	11.53
	8	13	122.74	20.47	16.68
	25	6	218.26	36.85	16.88
	17	11	183.88	32.13	17.47
160-170	35	8	158.63	22.55	14.22
200-210	27	13	192.13	25.30	13.17
	28	11	242.06	33.09	13.67
250-260	29	11	112.59	21.19	18.82

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra que el coeficiente de variación por clase diamétrica con respecto al peso seco de los cocos (promedio) alcanza valores entre 8.93 a 30.54 %, esto explica que hay una mayor dispersión de los datos de un árbol a otro.

Cuadro N° 13

**Estadística descriptiva del contenido de humedad de los cocos de castaña
(Promedio por árbol)**

Clase diamétrica	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio del contenido de humedad del coco	Desviación estándar	Coefficiente de variación
90-100	13	8	0.5	0.06	12.00
	21	12	0.45	0.1	22.22
100-110	5	7	0.42	0.14	33.33
	38	11	0.38	0.12	31.58
	12	9	0.54	0.12	22.22

Clase diamétrica	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio del contenido de humedad del coco	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	34	10	0.47	0.09	19.15
110-120	1	18	0.41	0.1	24.39
	9	8	0.28	0.06	21.43
	19	9	0.44	0.09	20.45
	30	6	0.41	0.06	14.63
	11	11	0.48	0.11	22.92
	32	13	0.42	0.12	28.57
	23	10	0.54	0.11	20.37
120-130	2	21	0.51	0.07	13.73
	14	11	0.39	0.12	30.77
	24	7	0.51	0.07	13.73
	18	6	0.45	0.07	15.56
	36	13	0.49	0.09	18.37
	37	14	0.45	0.09	20.00
	6	10	0.44	0.08	18.18
	26	3	0.34	0.13	38.24
	7	11	0.4	0.08	20.00
	15	12	0.43	0.1	23.26
	16	8	0.49	0.07	14.29
	22	14	0.43	0.11	25.58
	39	13	0.51	0.09	17.65
130-140	4	16	0.48	0.09	18.75
	33	13	0.41	0.09	21.95
	10	8	0.47	0.13	27.66
	31	13	0.37	0.1	27.03
	20	15	0.42	0.1	23.81
150-160	3	22	0.5	0.12	24.00
	8	13	0.31	0.1	32.26
	25	6	0.47	0.16	34.04
	17	11	0.51	0.08	15.69
160-170	35	8	0.45	0.13	28.89
200-210	27	13	0.39	0.09	23.08
	28	11	0.37	0.08	21.62
250-260	29	11	0.32	0.08	25.00

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra que el coeficiente de variación por clase diamétrica con respecto al contenido de humedad de los cocos (promedio) alcanza valores entre 12.00 a 38.24%.

Cuadro N° 14
Estadística descriptiva de la biomasa de los cocos de castaña
(Promedio por árbol)

Clase diamétrica	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio de la biomasa del coco	Desviación estándar	Coefficiente de variación
90-100	13	8	136.02	27.02	19.86
	21	12	134.45	30.98	23.04
100-110	5	7	92.52	14.33	15.49
	38	11	143.59	34.34	23.92
	12	9	106.81	31.57	29.56
	34	10	121.82	22.66	18.60
110-120	1	18	119.75	25.82	21.56
	9	8	126.69	20.21	15.95
	19	9	119.32	25.15	21.08
	30	6	111.18	21.89	19.69
	11	11	125.08	29.36	23.47
	32	13	104.49	25.59	24.49
	23	10	131.83	39.09	29.65
120-130	2	21	162.83	62.51	38.39
	14	11	143.53	26.62	18.55
	24	7	120.04	13.72	11.43
	18	6	163.73	16.99	10.38
	36	13	175.34	34.19	19.50
	37	14	102.76	19.71	19.18
	6	10	107.28	17.6	16.41
	26	3	164.42	39.04	23.74
	7	11	107.63	9.07	8.43
	15	12	110.62	15.88	14.36
	16	8	109.14	10.1	9.25
	22	14	112.54	27.44	24.38
39	13	104.21	21.91	21.02	
130-140	4	16	147.75	45.04	30.48
	33	13	128.65	24.95	19.39
	10	8	122.32	22.89	18.71
	31	13	105.01	17.17	16.35
	20	15	140.46	22.89	16.30
150-160	3	22	110.04	24.31	22.09
	8	13	109.42	17.98	16.43
	25	6	168.74	52.98	31.40
	17	11	134.83	28.16	20.89
160-170	35	8	125.32	33.6	26.81
200-210	27	13	161.59	21.36	13.22
	28	11	208.19	37.85	18.18

Clase diamétrica	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio de la biomasa del coco	Desviación estándar	Coefficiente de variación
250-260	29	11	100.6	18.77	18.66

Fuente: Elaboración propia.

El coeficiente de variación de cada árbol con respecto a la biomasa de los cocos (promedio) alcanza valores entre 8.43 a 38.39%.

Cuadro N° 15
Estadística descriptiva del carbono fijado de los cocos de castaña
(Promedio por árbol)

Clase diamétrica	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio del carbono fijado en el coco	Desviación estándar	Coefficiente de variación
90-100	13	8	68.01	13.67	20.10
	21	12	67.23	15.49	23.04
100-110	5	7	46.26	7.16	15.48
	38	11	71.8	17.17	23.91
	12	9	53.4	15.78	29.55
	34	10	60.91	11.33	18.60
110-120	1	18	59.87	12.91	21.56
	9	8	63.35	10.1	15.94
	19	9	59.66	12.57	21.07
	30	6	55.59	10.95	19.70
	11	11	62.54	14.68	23.47
	32	13	52.25	12.8	24.50
	23	10	65.92	19.54	29.64
120-130	2	21	81.41	31.26	38.40
	14	11	71.76	13.31	18.55
	24	7	60.02	6.86	11.43
	18	6	81.87	8.5	10.38
	36	13	87.67	17.1	19.50
	37	14	51.38	9.85	19.17
	6	10	55.64	8.8	15.82
	26	3	82.21	19.52	23.74
	7	11	53.82	4.53	8.42
	15	12	55.31	7.94	14.36
	16	8	54.57	5.05	9.25
	22	14	56.27	13.72	24.38
	39	13	52.1	10.95	21.02
130-140	4	16	73.88	22.52	30.48

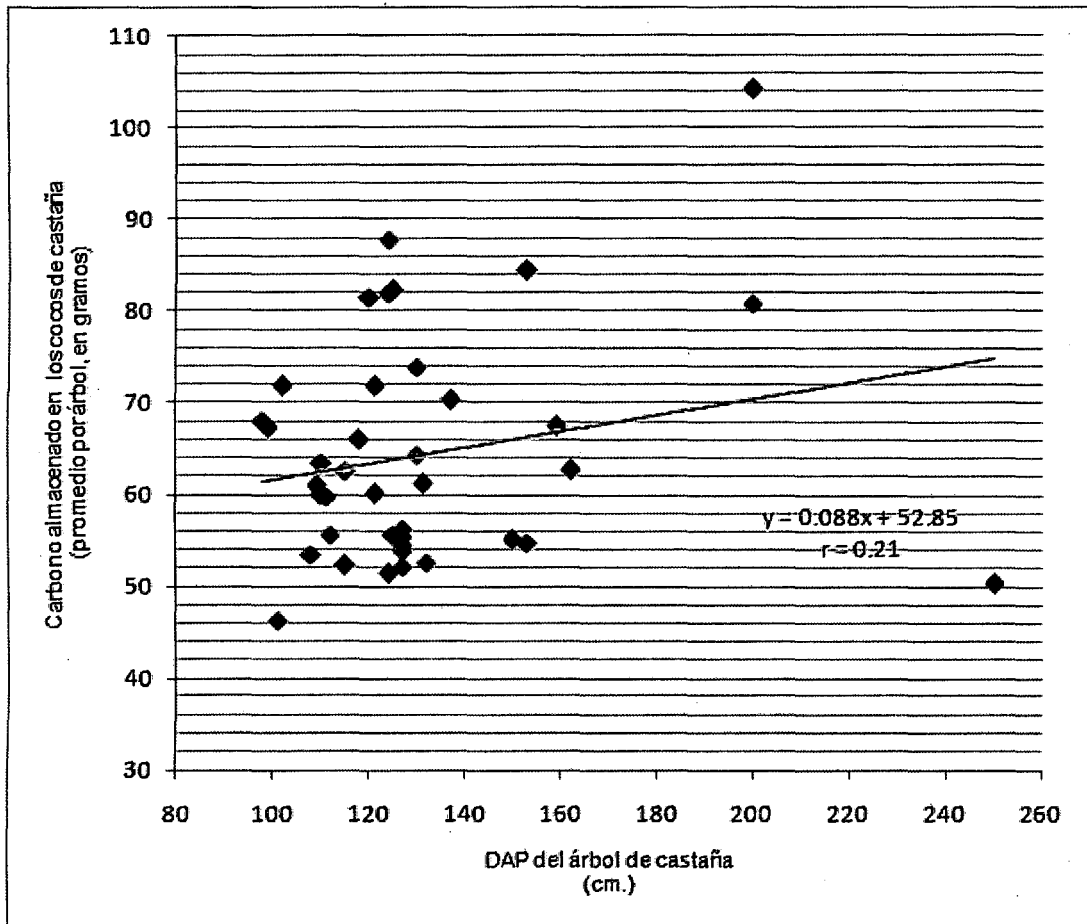
Clase diamétrica	Código del árbol	Número de cocos muestreados	Promedio del carbono fijado en el coco	Desviación estándar	Coefficiente de variación
	33	13	64.32	12.47	19.39
	10	8	61.16	11.44	18.71
	31	13	52.51	8.58	16.34
	20	15	70.23	11.45	16.30
150-160	3	22	55.02	12.15	22.08
	8	13	54.71	8.99	16.43
	25	6	84.37	26.49	31.40
	17	11	67.42	14.08	20.88
160-170	35	8	62.66	16.8	26.81
200-210	27	13	80.79	10.68	13.22
	28	11	104.1	18.92	18.17
250-260	29	11	50.3	9.38	18.65

Fuente: Elaboración propia.

El coeficiente de variación de cada árbol con respecto a la biomasa de la cubierta de los cocos (promedio) alcanza valores entre 8.42 a 38.40%.

Los cuadros muestran información por clase diamétrica, en el cual se observa que existe una marcada variación en cada indicador, esto explica que de alguna forma influye la fenología del árbol en los resultados.

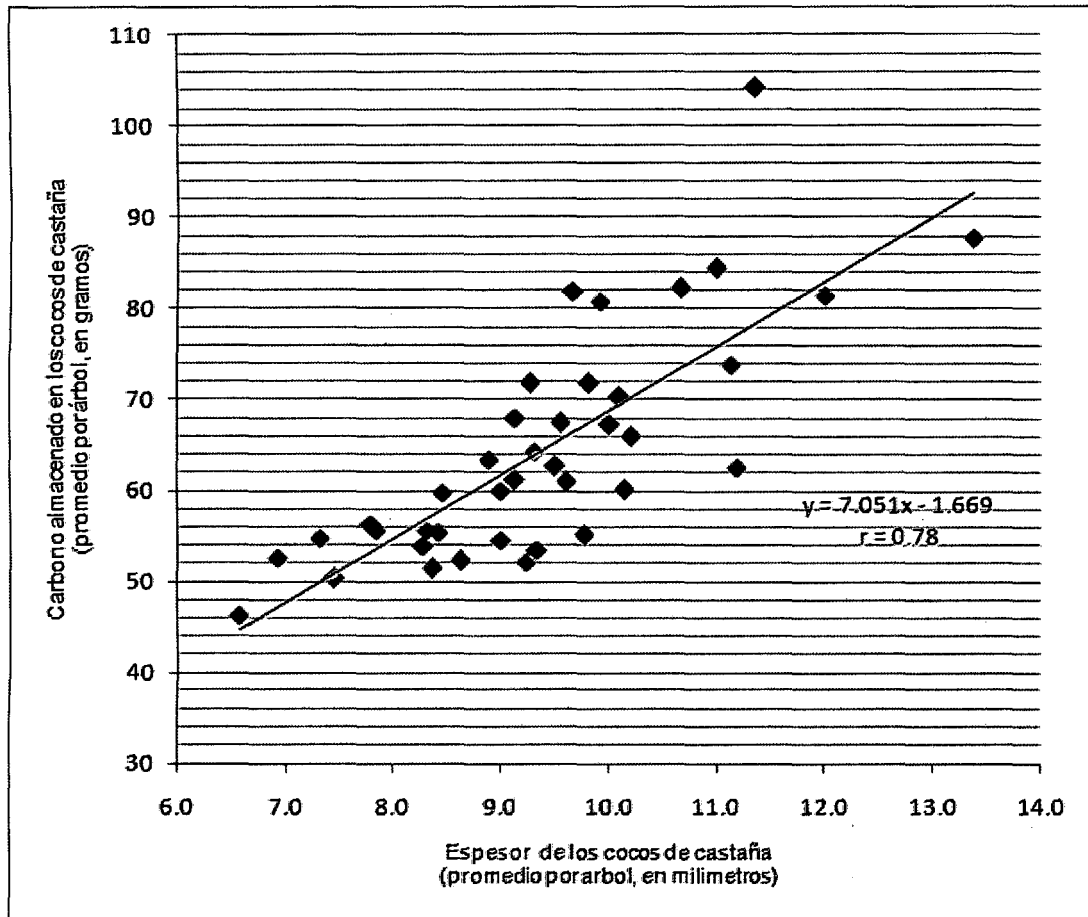
Gráfico N° 01.
Relación DAP vs. Carbono almacenado en los cocos de castaña
(Promedio por árbol, n = 39 árboles)



Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico precedente se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, sin embargo el valor obtenido señala una correlación positiva débil entre el DAP del árbol de castaña (*Bertholletia excelsa*) y el carbono almacenado en los cocos de castaña (promedio por árbol), dado que las variaciones en el DAP no se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, esto indica que el DAP no es un buen predictor del carbono en los cocos.

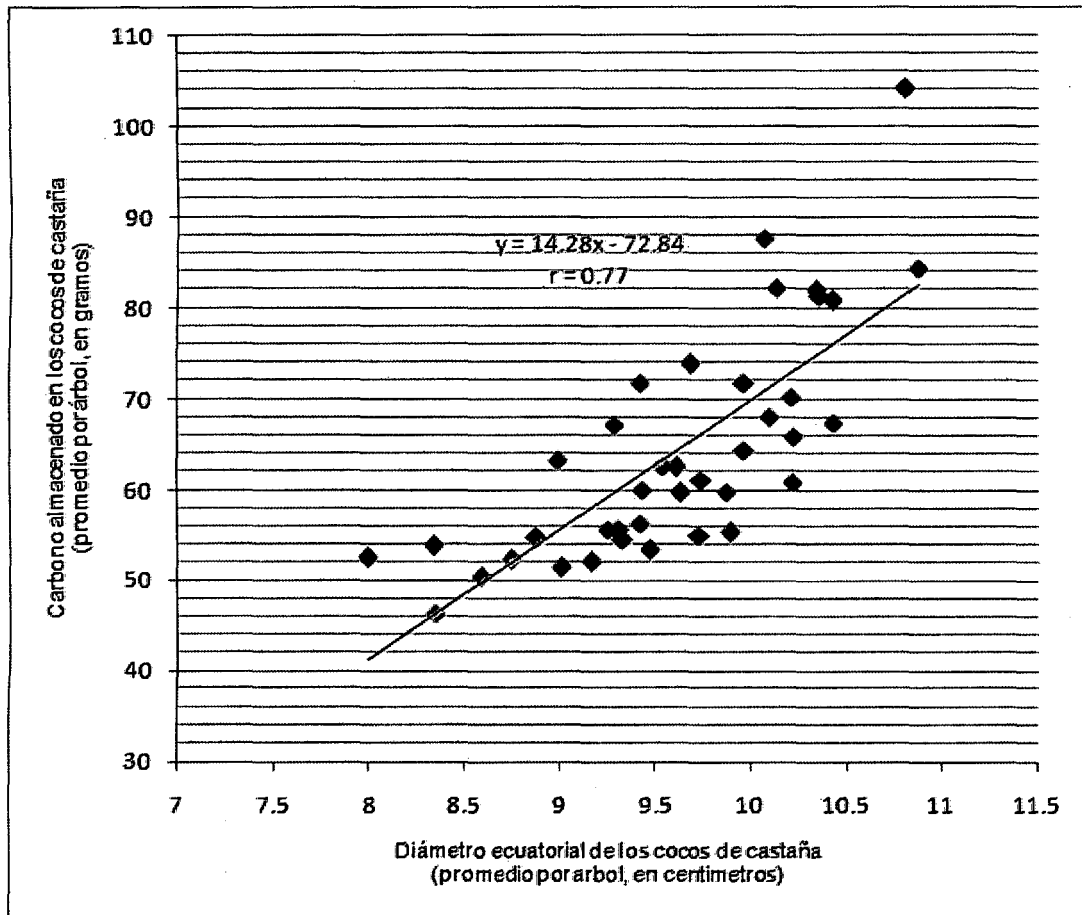
Gráfico N° 02
Relación Espesor de los cocos de castaña (promedio por árbol) vs. Carbono almacenado del mismo



Fuente: Elaboración propia.

En este gráfico se tiene que hay una relación positiva considerable entre el espesor de los cocos de castaña (promedio por árbol) y el carbono almacenado del mismo, el cual indica que las variaciones del espesor se refleja de la misma magnitud en el carbono almacenado, entonces se podría sugerir que el espesor es un buen predictor del carbono en los cocos.

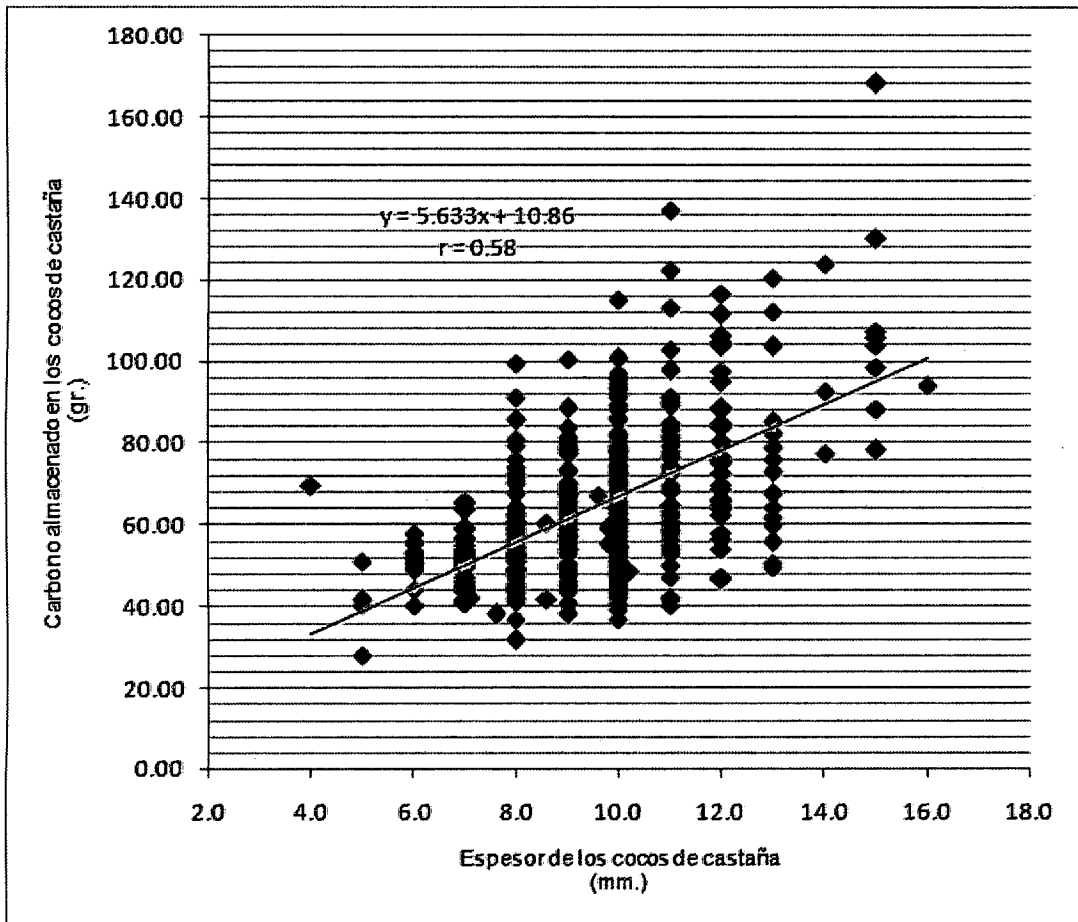
Gráfico N° 03.
Relación Diámetro ecuatorial de los cocos de castaña (promedio por árbol) vs.
Carbono almacenado del mismo



Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico precedente se tiene que hay una relación positiva considerable entre el diámetro ecuatorial de los cocos (promedio por árbol) y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones en el diámetro ecuatorial se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, esto sugiere que el diámetro ecuatorial es un buen predictor del carbono en los cocos.

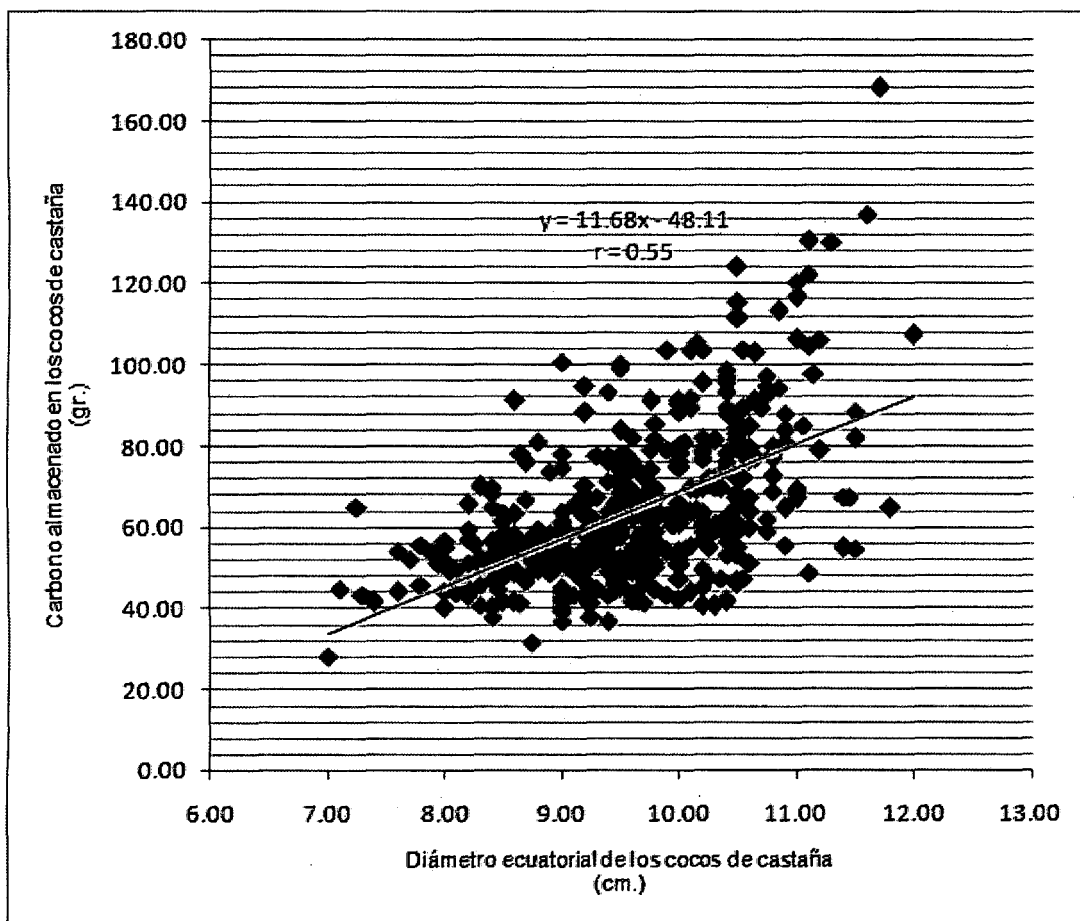
Gráfico N° 04.
Relación Espesor de los cocos de castaña vs. Carbono almacenado del mismo
(datos de todas las muestras, n=436)



Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico precedente se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, el valor obtenido señala una correlación positiva media entre el espesor de la cubierta de los cocos y el carbono almacenado del mismo (para este caso se utilizó la información de todas las muestras de los cocos), lo cual significa que las variaciones en el espesor se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, esto sugiere que el espesor es un buen predictor del carbono en los cocos, es decir a mayores valores de X corresponde mayores valores de Y.

Gráfico N° 05
Relación Diámetro ecuatorial de los cocos de castaña vs. Carbono almacenado del mismo (Datos de todas las muestras, n=436)

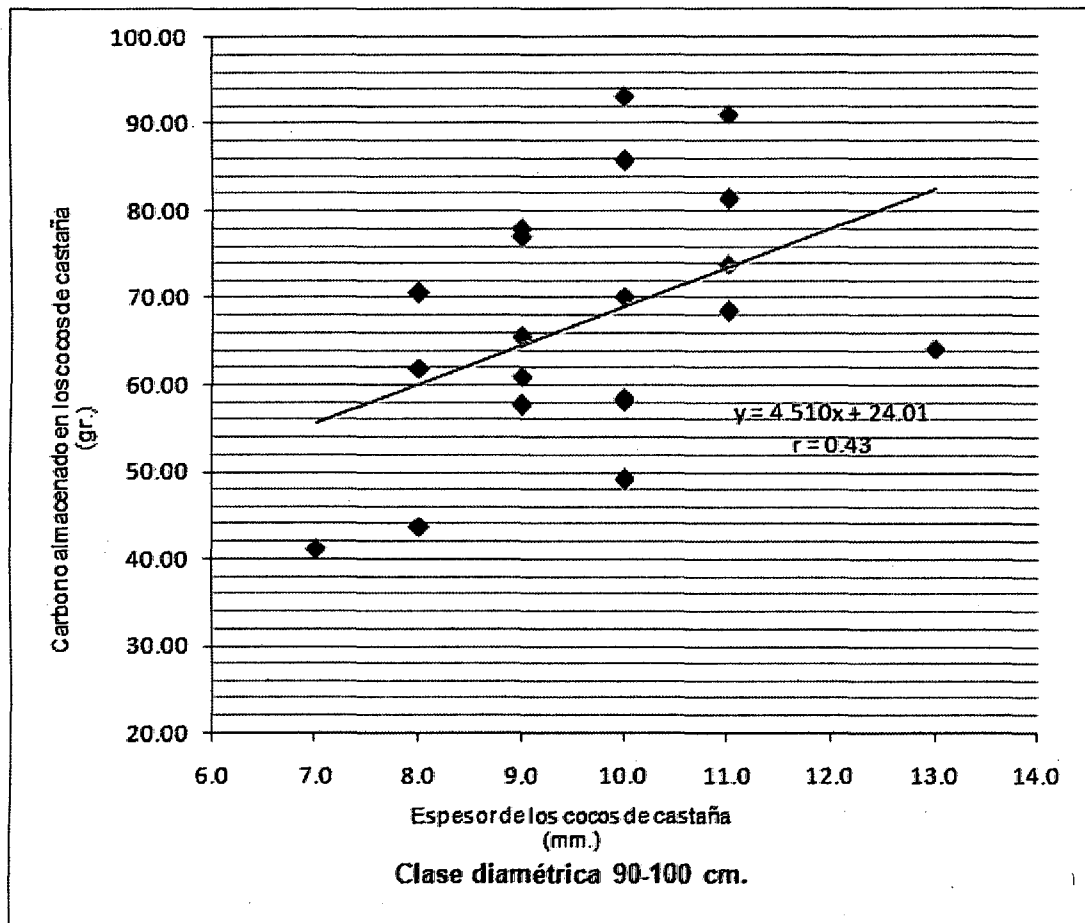


Fuente: Elaboración propia.

Del gráfico precedente se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, el valor obtenido señala una correlación positiva media entre el diámetro ecuatorial de los cocos y el carbono almacenado del mismo (para este caso se utilizó la información de todas las muestras de los cocos), lo cual significa que las variaciones en el diámetro ecuatorial se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, esto sugiere que el diámetro ecuatorial es un buen predictor del carbono en los cocos, es decir a mayores valores de X corresponde mayores valores de Y.

Gráfico N°06

Relación Espesor de los cocos de castaña vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)

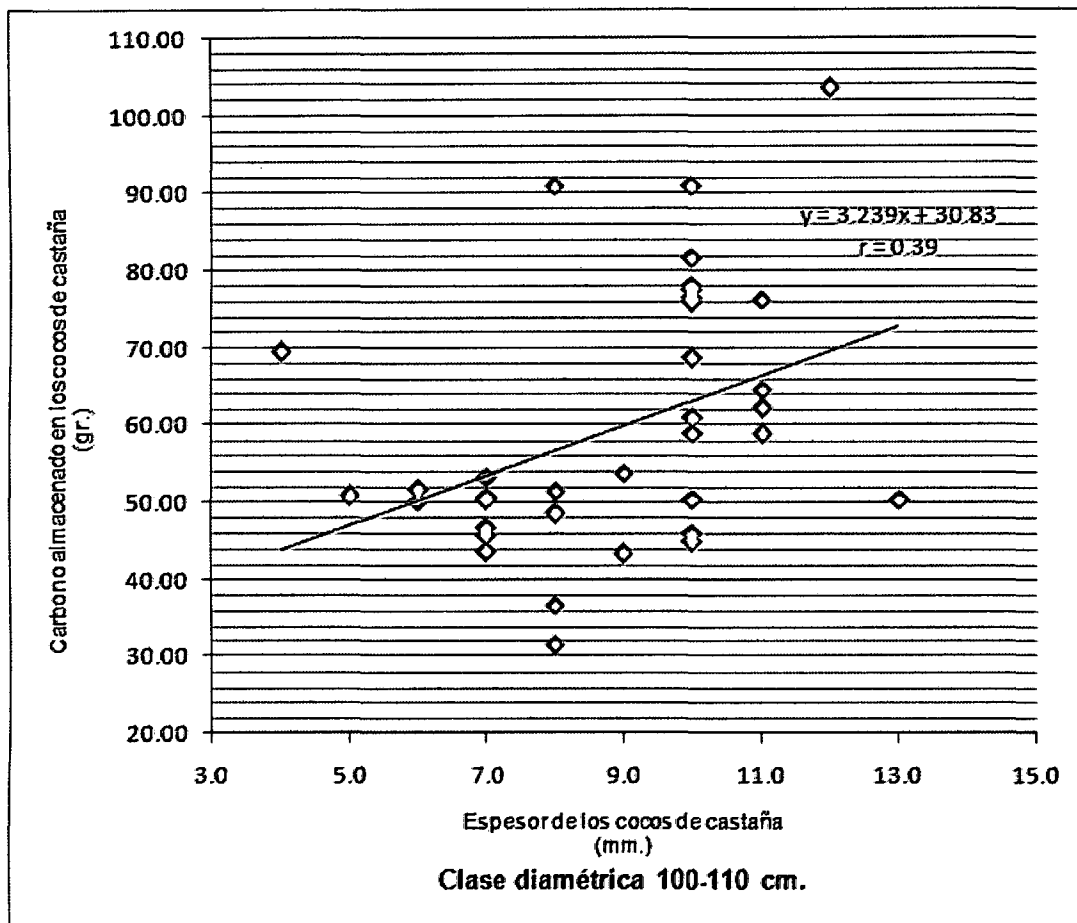


Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 6 se representa el espesor de la cubierta de los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*) y el carbono almacenado del mismo según la clase diamétrica 90-100 cm., es decir dentro de ésta clase se encuentran dos árboles, de los cuales se tomo la información de las muestras pertenecientes a dichos árboles para graficarlos, del cual se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, sin embargo el valor señala una correlación positiva débil entre las variables, dado que las variaciones en el espesor de la mencionada clase representa poca cantidad de carbono en los cocos.

De la misma forma se realizó en los siguientes gráficos según clase diamétrica.

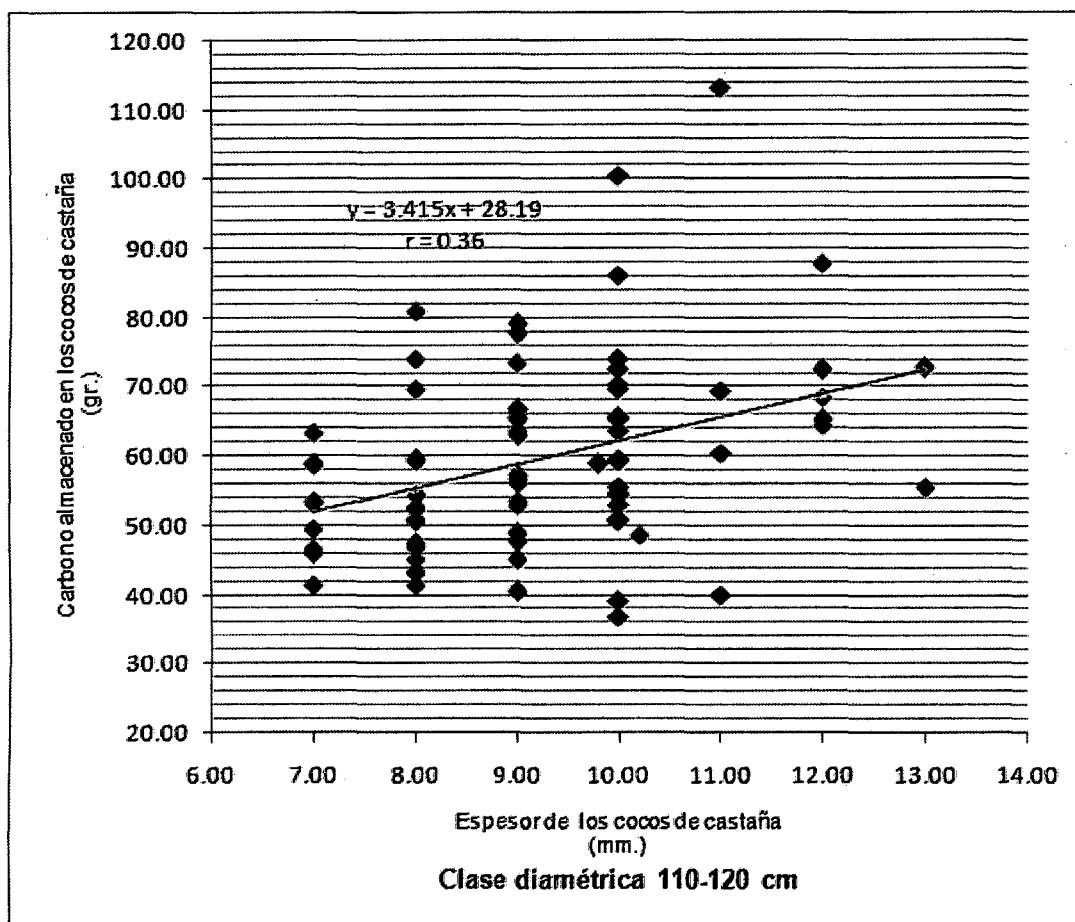
Gráfico N° 07
Relación Espesor de los cocos de castaña vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)



Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, sin embargo el valor señala una correlación positiva débil entre el espesor de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones del espesor en la clase diamétrica 100-110 cm. representa poca cantidad de carbono en los cocos de castaña.

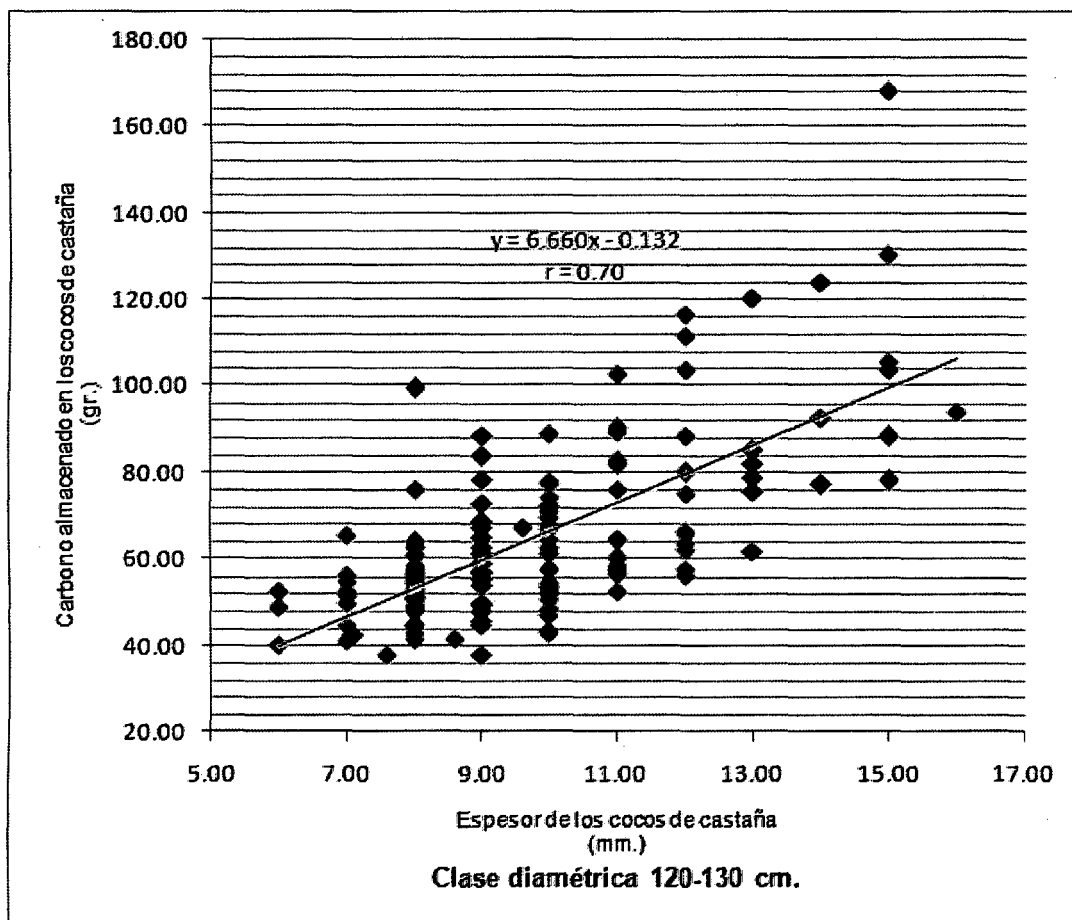
Gráfico N° 08
Relación Espesor de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)



Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, sin embargo el valor señala una correlación positiva débil entre el espesor de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones del espesor en la clase diamétrica 110-120 cm. representa poca cantidad de carbono en los cocos de castaña.

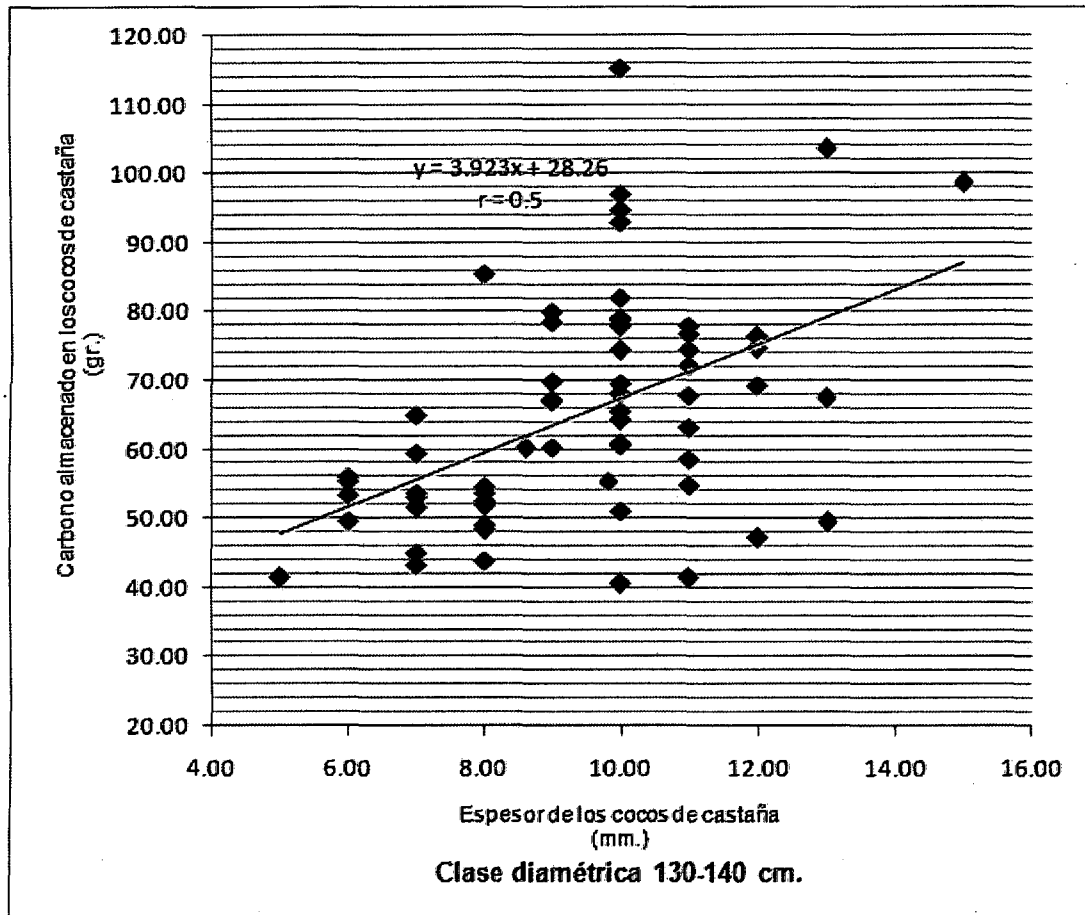
Gráfico N° 09
Relación Espesor de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)



Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, el valor obtenido en las ecuaciones señala una correlación positiva media entre el espesor de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones en el espesor se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, esto indica que en la clase diamétrica 120-130 cm. el espesor es un buen predictor del carbono en los cocos, es decir a mayores valores de X corresponde mayores valores de Y.

Gráfico N° 10
Relación Espesor de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)

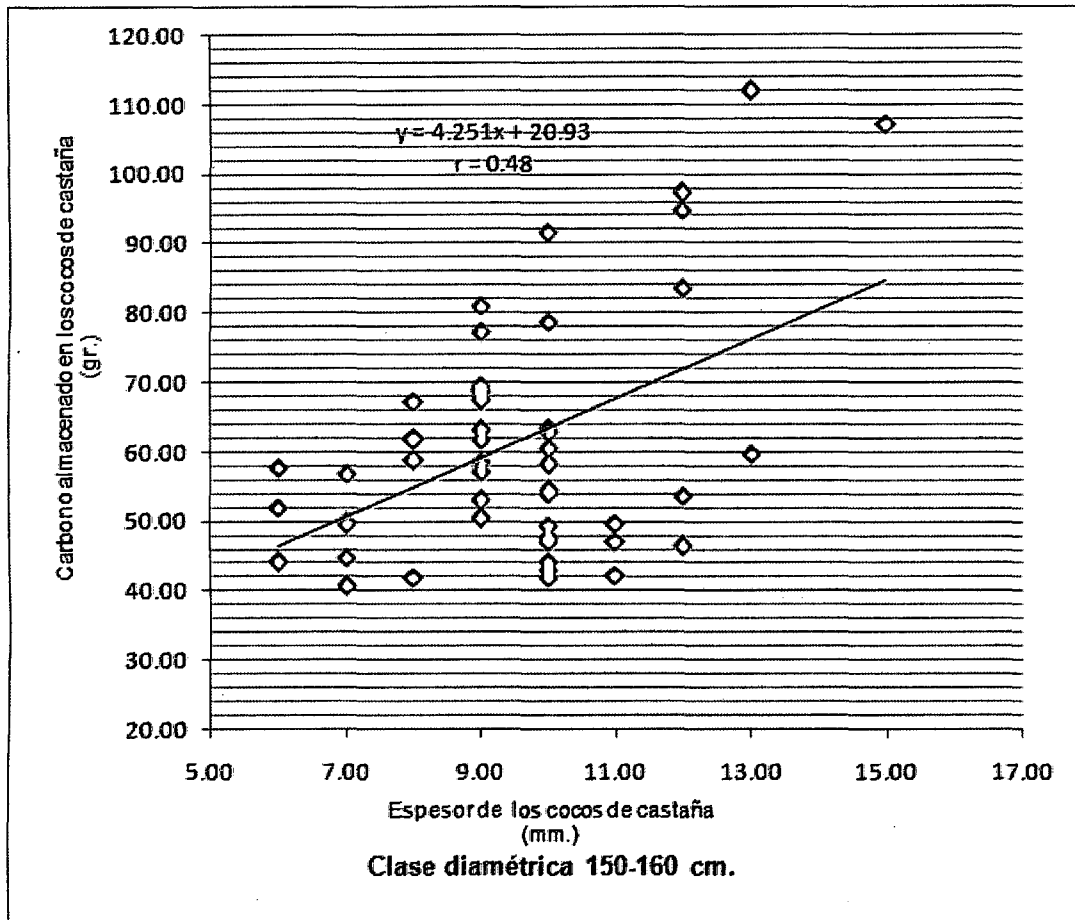


Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, el valor obtenido en las ecuaciones señala una correlación positiva media entre el espesor de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones en el espesor se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, esto sugiere que en la clase diamétrica 130-140 cm. el espesor es un buen predictor del carbono en los cocos, es decir a mayores valores de X corresponde mayores valores de Y.

A continuación se muestra la relación espesor de los cocos de castaña para la clase diamétrica 150-160 por cuanto no hubo árboles en la clase diamétrica 140-150.

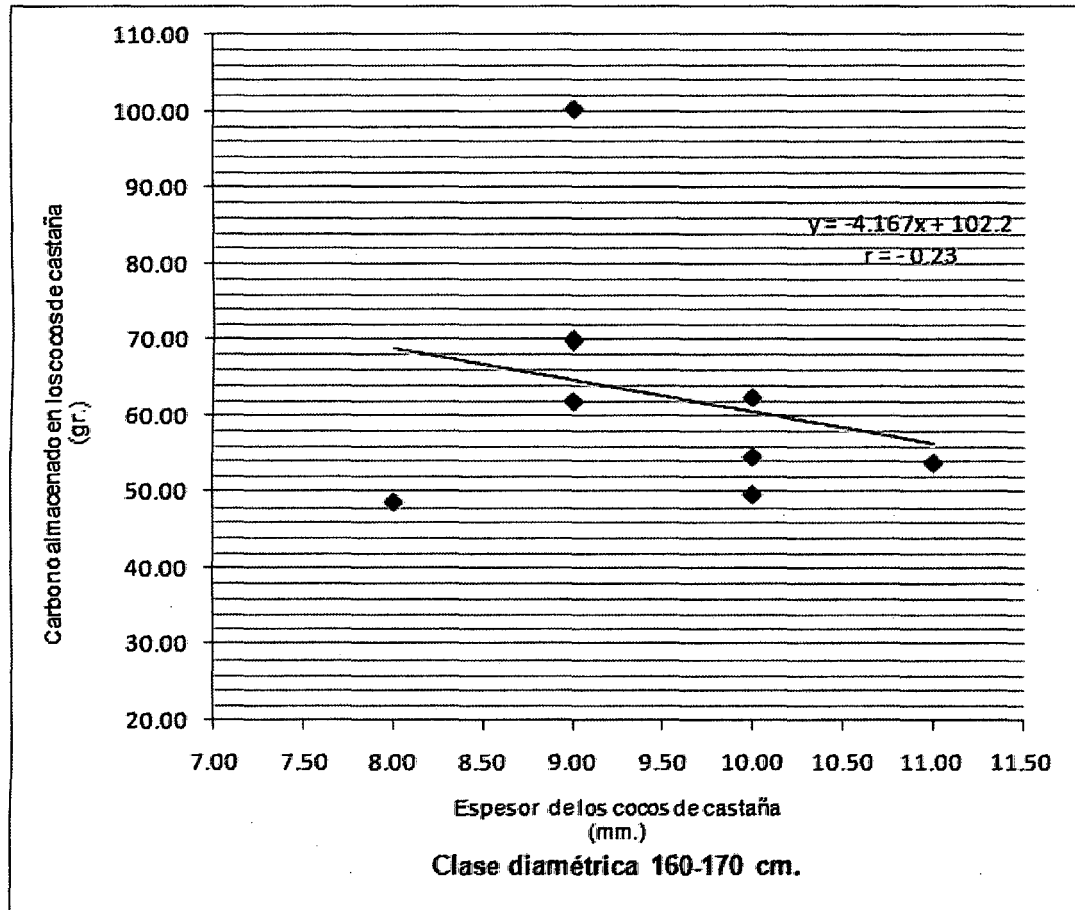
Gráfico N° 11
Relación Espesor de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)



Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, el valor obtenido en las ecuaciones señala una correlación positiva media entre el espesor de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones en el espesor se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, esto sugiere que en la clase diamétrica 150-160 cm. el espesor es un buen predictor del carbono en los cocos, es decir a mayores valores de X corresponde mayores valores de Y.

Gráfico N° 12
Relación Espesor de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)

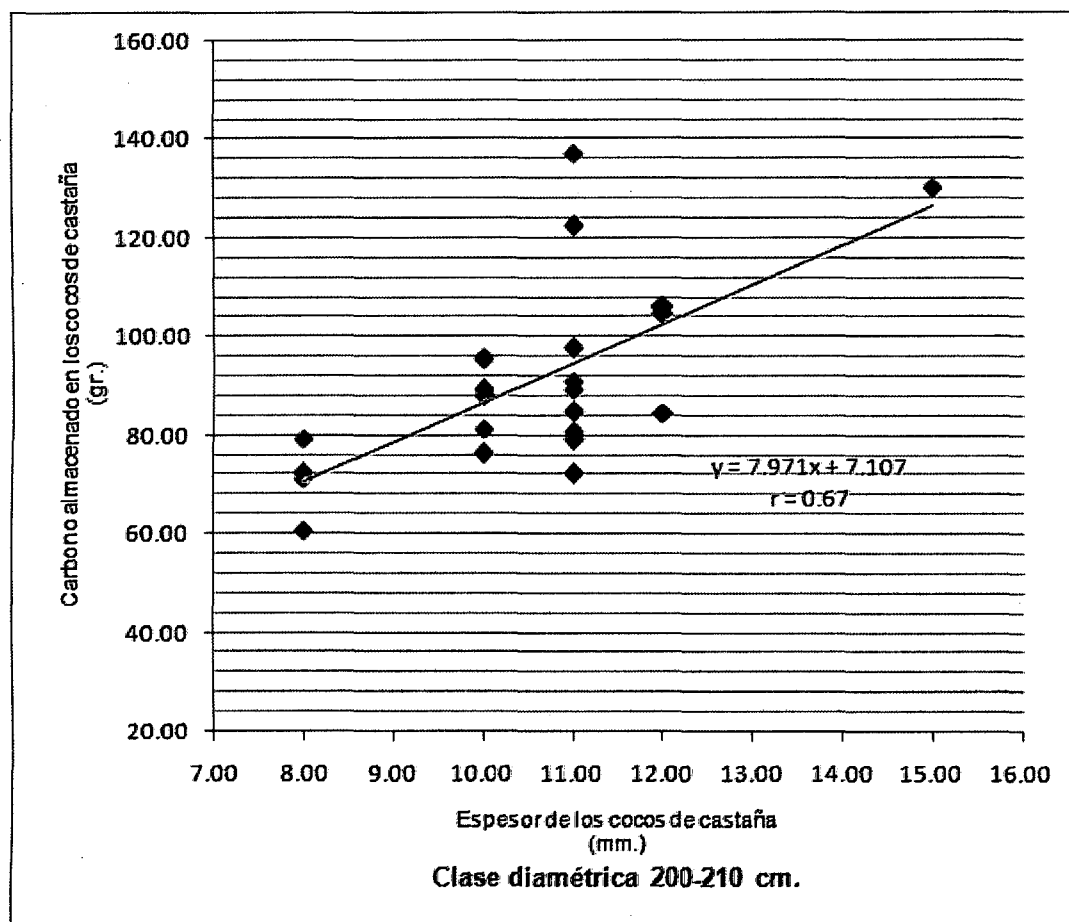


Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es inversamente proporcional, el valor obtenido en las ecuaciones señala una correlación negativa débil entre el espesor de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones en el espesor no se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, esto sugiere que en la clase diamétrica 160-170 cm. el espesor no es un buen predictor del carbono en los cocos.

A continuación se muestra la relación espesor de los cocos de castaña para la clase 200 – 210 por cuanto no hubo árboles en las clases diamétricas 170 – 180; 180 – 190; y 190 – 200, respectivamente.

Gráfico N° 13.
Relación Espesor de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)

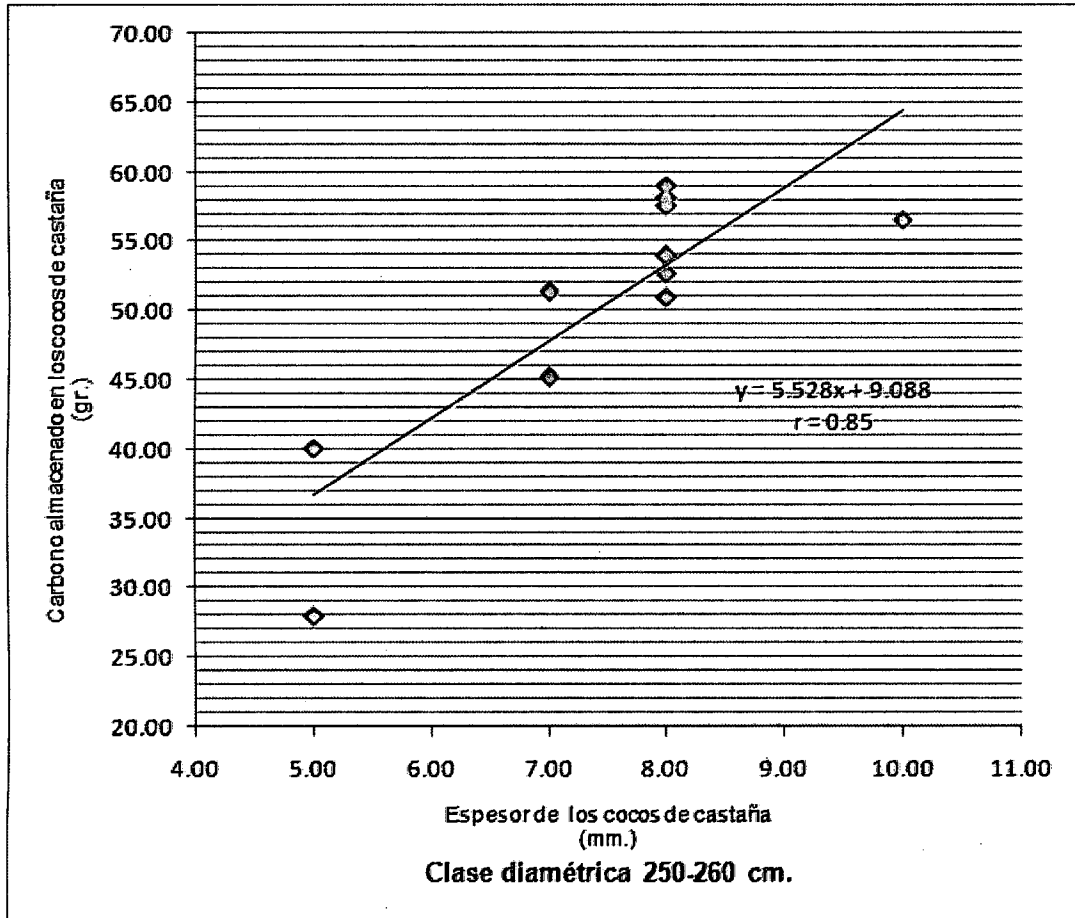


Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, el valor obtenido en las ecuaciones señala una correlación positiva media entre el espesor de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones en el espesor se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, esto sugiere que en la clase diamétrica 200-210 cm. el espesor es un buen predictor del carbono en los cocos, es decir a mayores valores de X corresponde mayores valores de Y.

A continuación se muestra la relación espesor de los cocos de castaña para la clase 250 – 260 por cuanto no hubo árboles en las clases diamétricas 210 – 220; 220 – 230; 230-240 y 240-250, respectivamente.

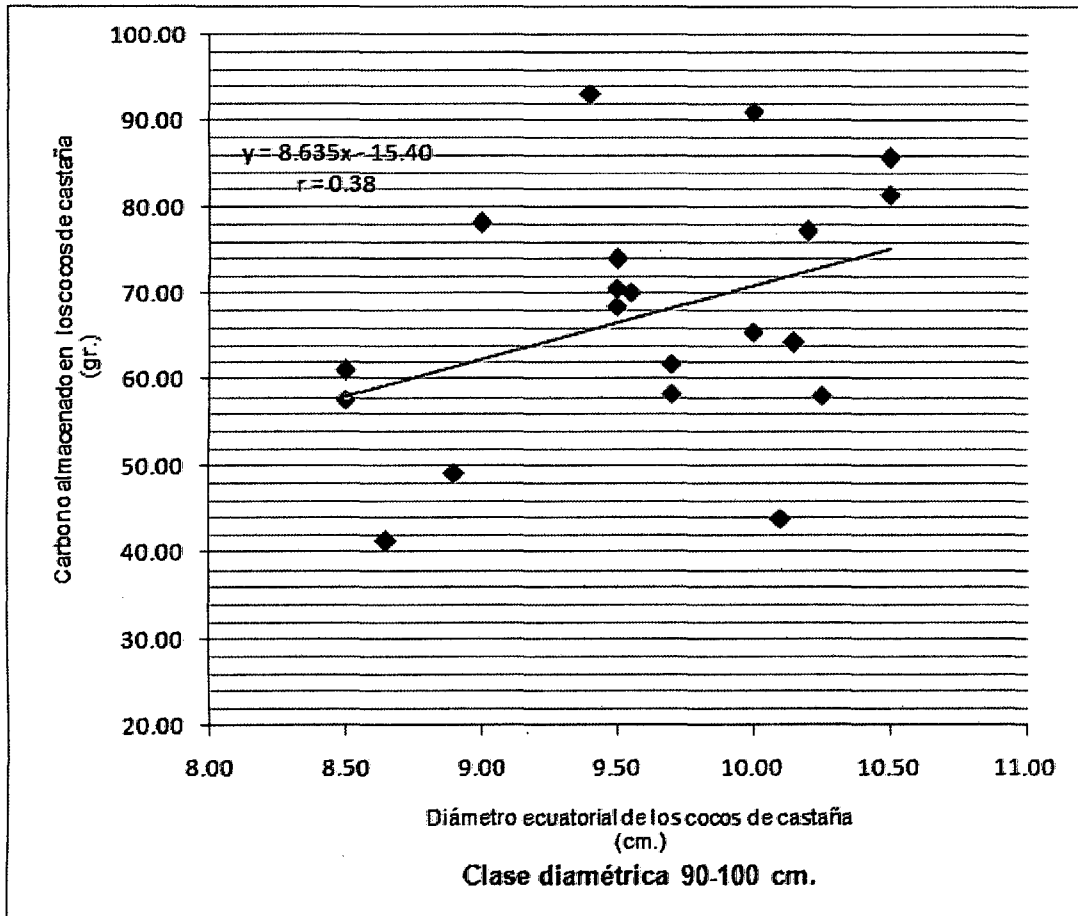
Gráfico N° 14
Relación Espesor de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)



Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, el valor obtenido en las ecuaciones señala una correlación positiva considerable entre el espesor de la cubierta de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones en el espesor se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, esto sugiere que en la clase diamétrica 120-130 cm. el espesor es un excelente predictor del carbono en los cocos, es decir a mayores valores de X corresponde mayores valores de Y.

Gráfico N° 15
Relación Diámetro ecuatorial de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)

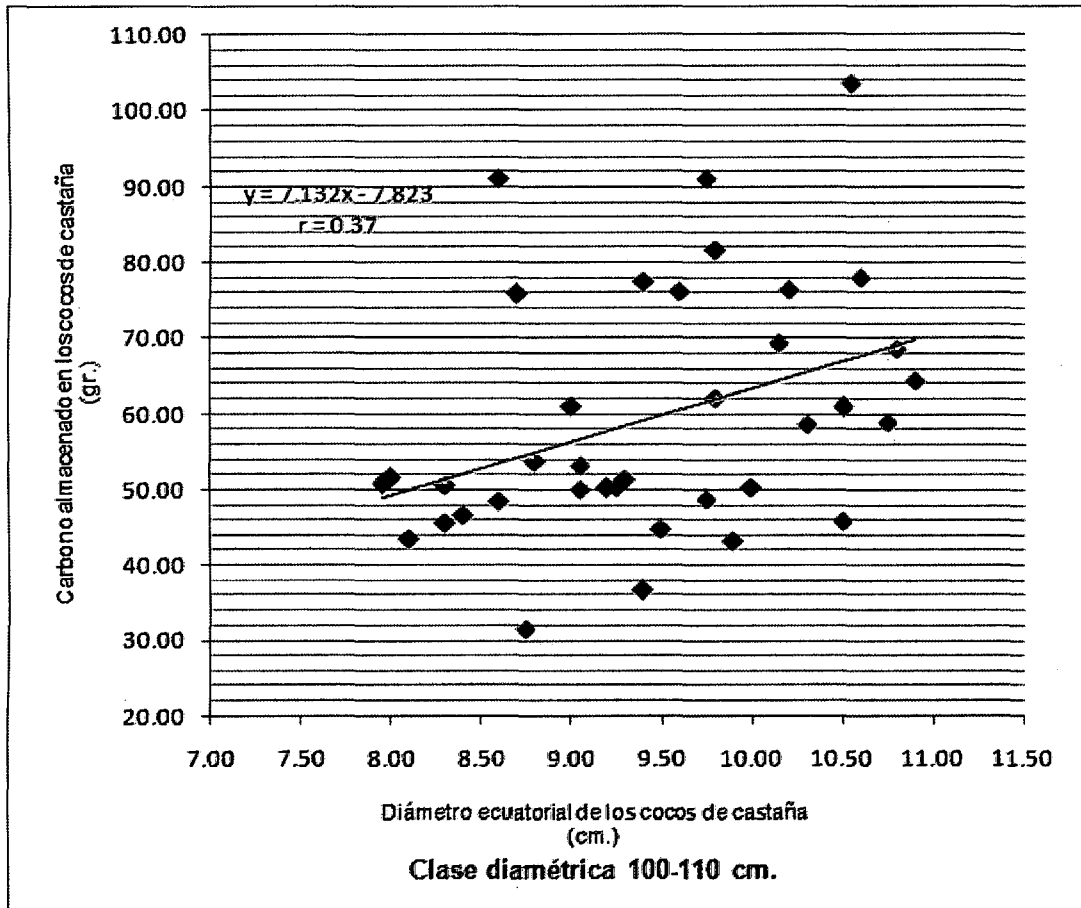


Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 15 se representa el diámetro ecuatorial de los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*) y el carbono almacenado del mismo según la clase diamétrica 90-100 cm. (se determinó de acuerdo al rango del DAP de los árboles siendo la amplitud de 10), es decir dentro de ésta clase se encuentran dos árboles, de los cuales se tomo la información de las muestras pertenecientes a dichos árboles para graficarlos, del cual se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, sin embargo el valor señala una correlación positiva débil entre las variables, dado que las variaciones en el diámetro ecuatorial de la mencionada clase representa poca cantidad de carbono en los cocos.

De la misma forma se realizó en los siguientes gráficos según clase diamétrica.

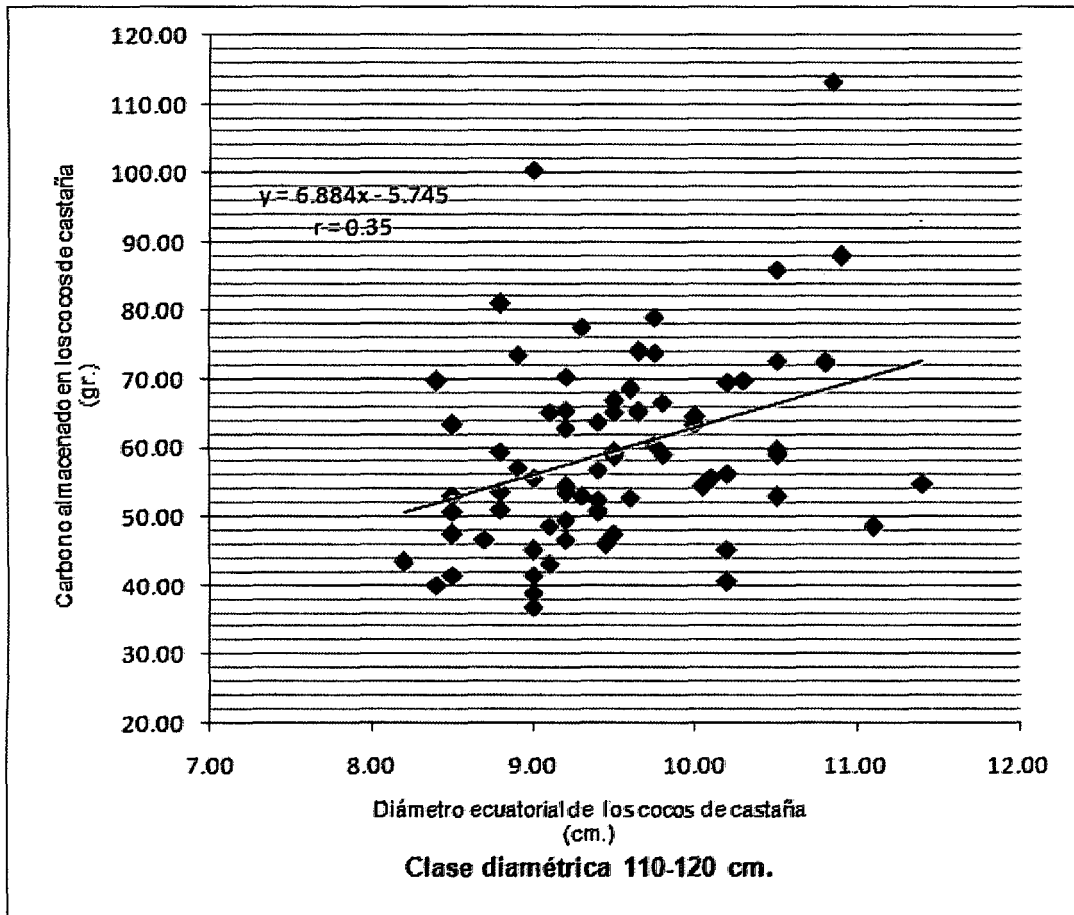
Gráfico N° 16
Relación Diámetro ecuatorial de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)



Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, sin embargo el valor señala una correlación positiva débil entre el diámetro ecuatorial de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones del diámetro ecuatorial en la clase diamétrica 100-110 cm. representa poca cantidad de carbono en los cocos de castaña.

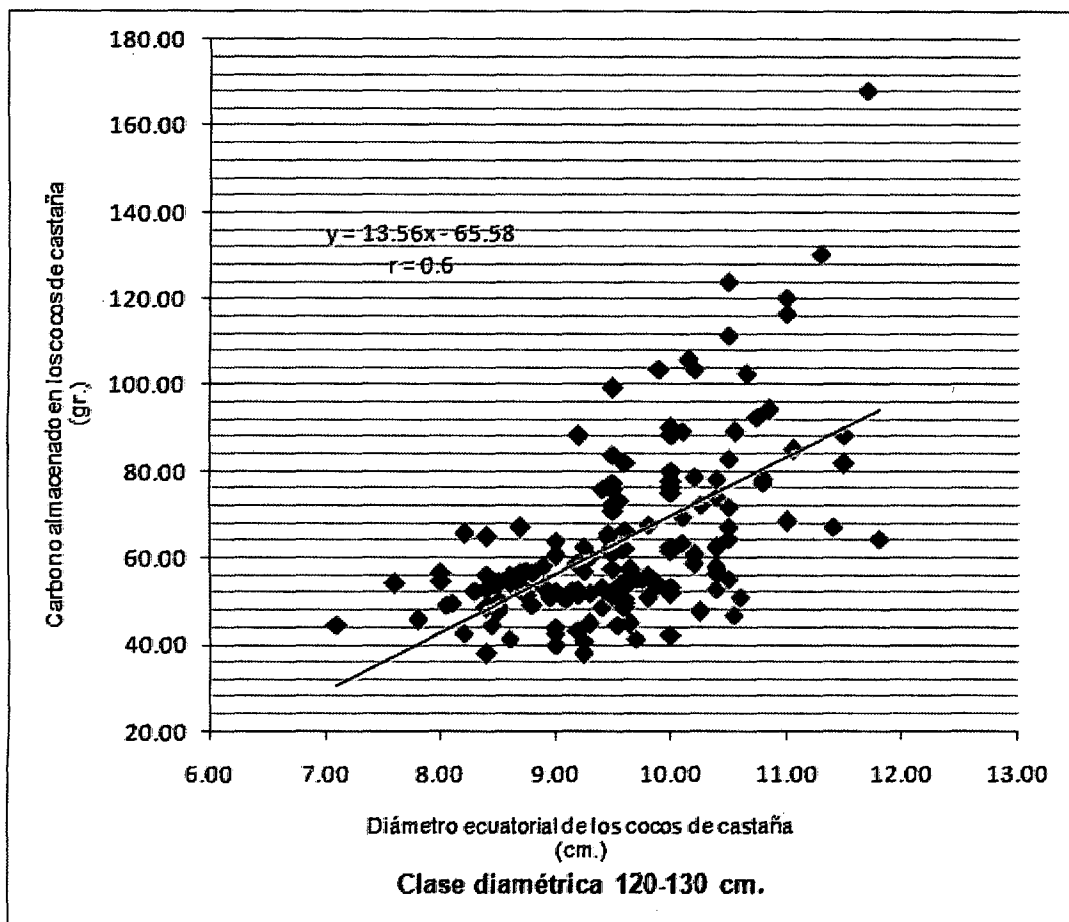
Gráfico N° 17
Relación Diámetro ecuatorial de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)



Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, sin embargo el valor señala una correlación positiva débil entre el diámetro ecuatorial de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones del diámetro ecuatorial en la clase diamétrica 100-110 cm. representa poca cantidad de carbono en los cocos de castaña.

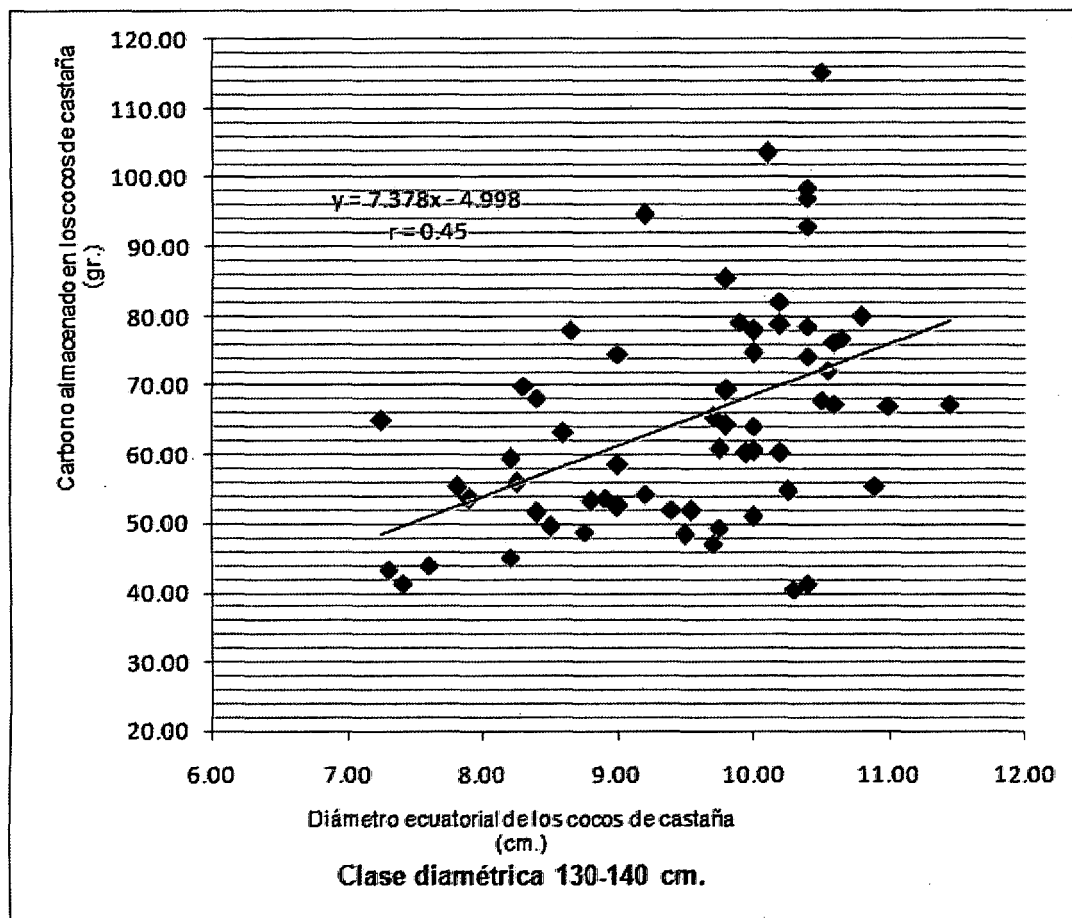
Gráfico N° 18
Relación Diámetro ecuatorial de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)



Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, el valor obtenido en las ecuaciones señala una correlación positiva media entre el diámetro ecuatorial de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones del diámetro ecuatorial se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, lo que sugiere que en la clase diamétrica 120-130 cm. el diámetro ecuatorial es un buen predictor del carbono en los cocos, es decir a mayores valores de X corresponde mayores valores de Y.

Gráfico N° 19
Relación Diámetro ecuatorial de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
Según clase diamétrica del árbol de castaña)

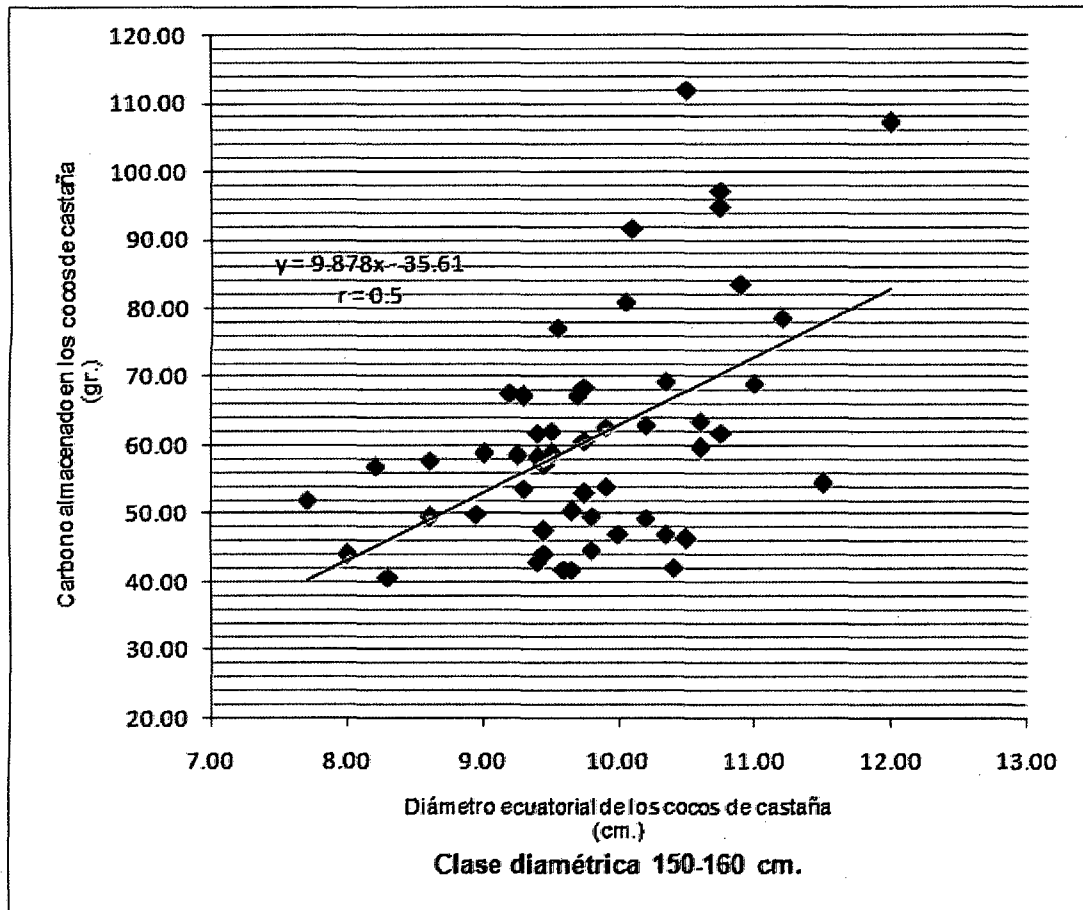


Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, sin embargo el valor señala una correlación positiva débil entre el diámetro ecuatorial de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones del diámetro ecuatorial en la clase diamétrica 130-140 cm. representa poca cantidad de carbono en los cocos de castaña.

A continuación se muestra la relación diámetro ecuatorial de los cocos de castaña para la clase diamétrica 150-160 por cuanto no hubo árboles en la clase diamétrica 140-150.

Gráfico N° 20
Relación Diámetro ecuatorial de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)

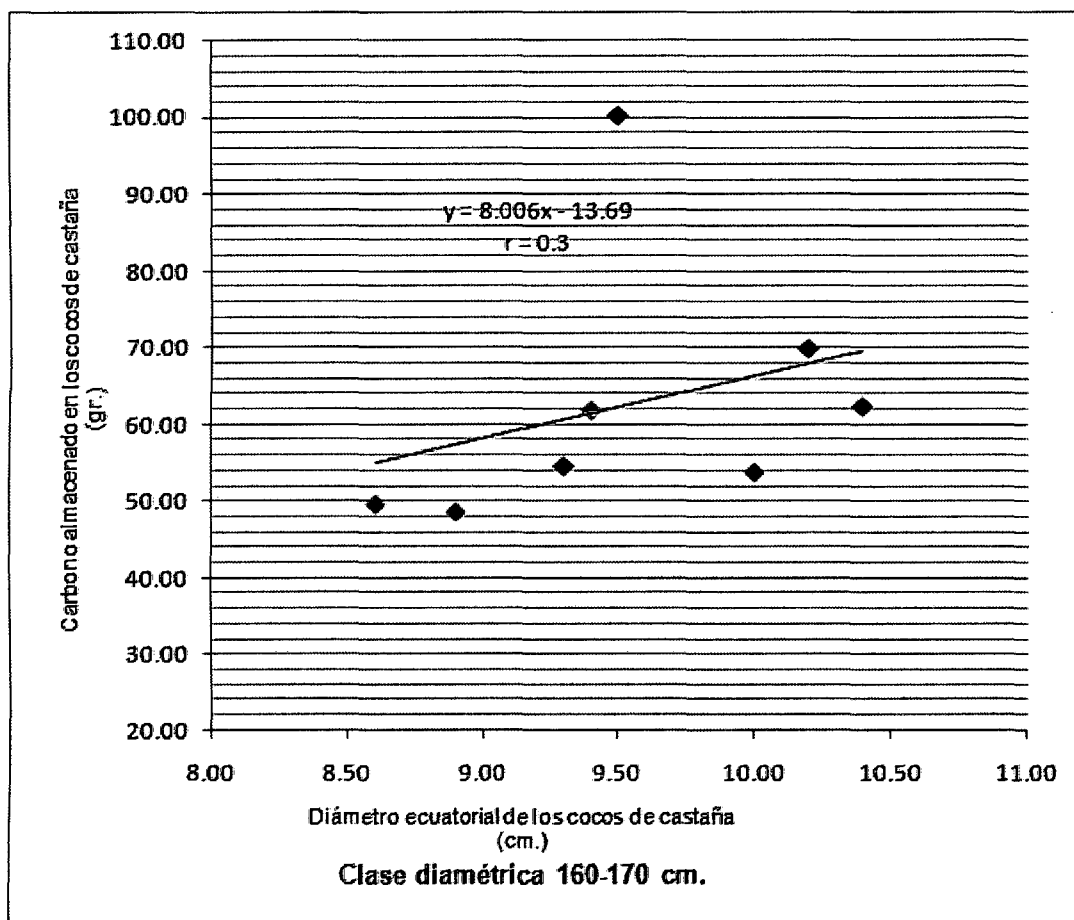


Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, el valor obtenido en las ecuaciones señala una correlación positiva media entre el diámetro ecuatorial de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones del diámetro ecuatorial se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, es decir que en la clase diamétrica 150-160 cm. el diámetro ecuatorial es un buen predictor del carbono en los cocos.

Gráfico N° 21

**Relación Diámetro ecuatorial de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)**



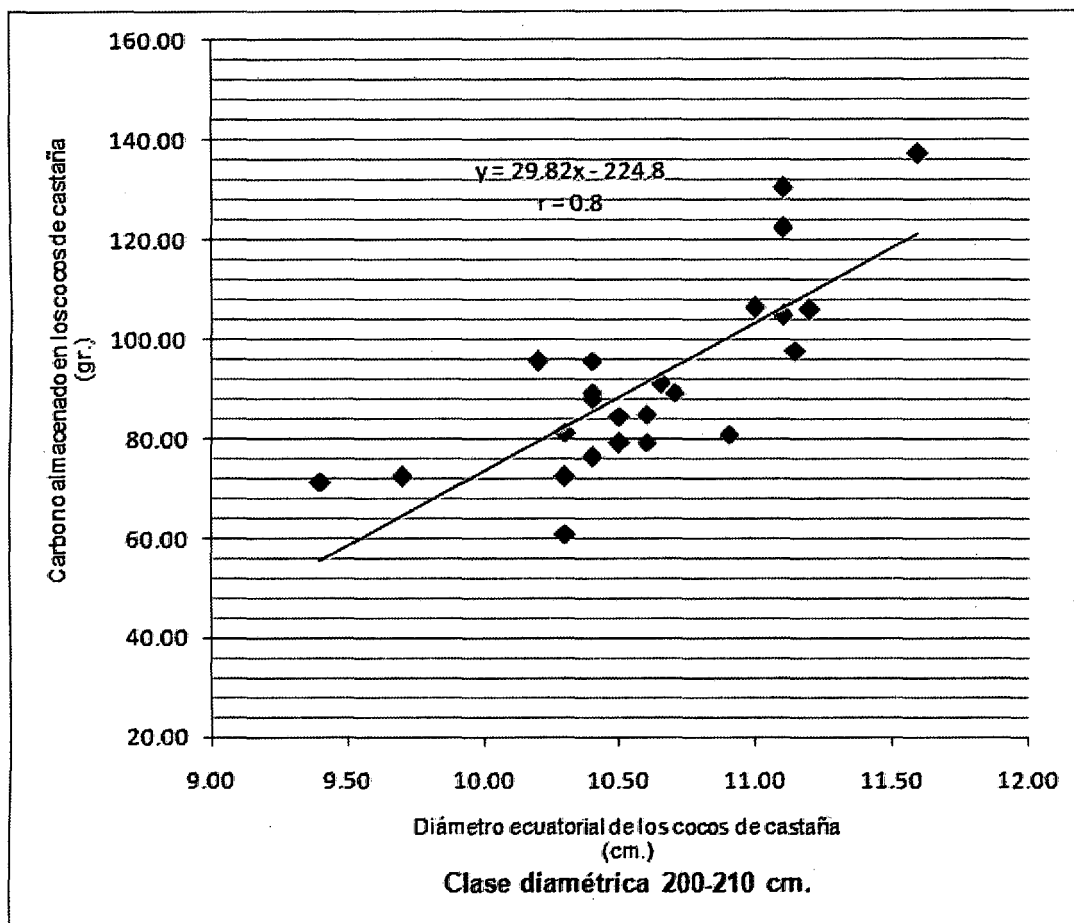
Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, sin embargo el valor señala una correlación positiva débil entre el diámetro ecuatorial de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones del diámetro ecuatorial en la clase diamétrica 160-170 cm. representa poca cantidad de carbono en los cocos de castaña.

A continuación se muestra la relación diámetro ecuatorial de los cocos de castaña para la clase 200 – 210 por cuanto no hubo árboles en las clases diamétricas 170 – 180; 180 – 190; y 190 – 200, respectivamente.

Gráfico N°22

**Relación Diámetro ecuatorial de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)**

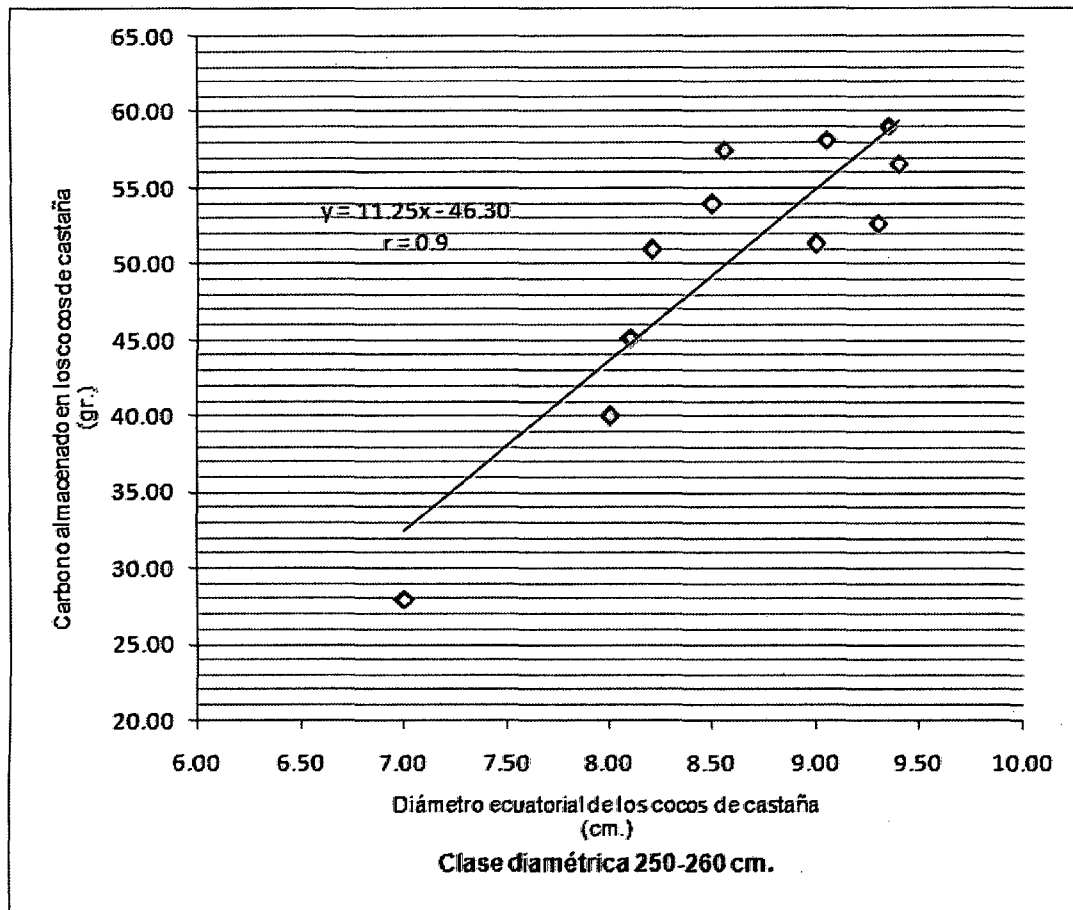


Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, el valor obtenido en las ecuaciones señala una correlación positiva considerable entre el diámetro ecuatorial de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones del diámetro ecuatorial se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, es decir que en la clase diamétrica 200-210 cm. el diámetro ecuatorial es un excelente predictor del carbono en los cocos de castaña.

A continuación se muestra la relación diámetro ecuatorial de los cocos de castaña para la clase 250 – 260 por cuanto no hubo árboles en las clases diamétricas 210 – 220; 220 – 230; 230-240 y 240-250, respectivamente.

Gráfico N° 23
Relación Diámetro ecuatorial de los cocos vs. Carbono almacenado del mismo
(Según clase diamétrica del árbol de castaña)



Fuente: Elaboración propia.

Del precedente gráfico se tiene que la relación entre las variables es directamente proporcional, el valor obtenido en las ecuaciones señala una correlación positiva muy fuerte entre el diámetro ecuatorial de los cocos y el carbono almacenado del mismo, dado que las variaciones del diámetro ecuatorial se reflejan de la misma magnitud en el carbono almacenado, es decir que en la clase diamétrica 250-260 cm. el diámetro ecuatorial es un excelente predictor del carbono en los cocos de castaña.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

a) Biomasa de los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*)

Los resultados de la biomasa en cada coco de castaña alcanza valores desde 55.96 gr. hasta 336.33 gr., con una media de 128.40 gr. y desviación estándar 37.58 gr que equivale al 29.27% de la media, entonces se puede afirmar que la biomasa con respecto al peso húmedo del coco de castaña representa más del 50%. Cabe mencionar que no necesariamente los cocos que tengan mayor peso húmedo tienden a secuestrar más cantidad de carbono ya que en este trabajo se observó que influye el espesor del mismo y el DAP del árbol.

b) Carbono secuestrado por los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*)

Con respecto al carbono secuestrado por los cocos de castaña alcanza valores desde 27.98 gr. hasta 168.17 gr, con media de 64.22 gr. y desviación estándar 18.77 que equivale al 29.23% de la media, es así que se afirma que la cantidad de carbono secuestrado representa menos del 50% de la masa total del coco, exactamente el 27.48%, es decir que la fracción de carbono en materia seca es menor al valor que sugieren los autores Brown y Lugo 1984 y por IPCC 1996.

c) Relación del contenido de carbono secuestrado por los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*) con el DAP del árbol

Los parámetros de modelo y dispersión de puntos de los valores se representaron mediante gráficos. Al ajustar la ecuación de regresión lineal para determinar el carbono de las muestras (promedio por árbol) en función al DAP presento un coeficiente de correlación positiva débil, entonces se sugiere que el DAP no es un buen predictor del carbono en los cocos (gráfico N° 01), así mismo las demás ecuaciones en función al espesor y al diámetro ecuatorial mostraron una correlación positiva considerable (gráfico N° 02 y 03), para ambos, lo cual significa que para estimar la biomasa y el carbono de los cocos es confiable la medición de dichas variables.

Por otro lado cuando se relacionaron las variables dependiente e independiente (todas las muestras) por clase diamétrica (gráficos 6-23), resultó que los cocos pertenecientes a los árboles de la clase 120-130, 130-140, 150-160, 200-210 y 250-260 retienen mayor cantidad de carbono, lo que no ocurre en las clases 90-100, 100-110, 110-120, 160-170, porque presentaron un coeficiente de correlación débil, lo sugiere que la mayor retención de carbono en los cocos estaría relacionada con la fenología del árbol, siendo mayor en arboles juveniles, y casi constante en árboles adultos.

d) Relación del contenido de carbono secuestrado por los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*) con la morfometría del mismo.

Por ultimo al relacionar el espesor y diámetro ecuatorial de los cocos de castaña con el carbono secuestrado se obtuvo un coeficiente de correlación positiva considerable en ambos casos, esto indica que existe relación entre dichas variables.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El promedio total de la biomasa en los cocos de castaña vario entre 55.96 – 336.33 gr. con una media de 128.40 gr. y desviación estándar de 37.58 gr. que equivale al 29.27% de la media, por lo que la dispersión de los datos es considerable.
- Con respecto al carbono fijado resultó, el promedio de todas las muestras, la cantidad de 64.22 gr., esto indica que la dispersión de los valores al igual que la biomasa es considerable, a su vez se puede afirmar que la cantidad de carbono secuestrado por los cocos de castaña en el área de estudio perteneciente al departamento de Madre de Dios representa menos del 50 % de la masa total. Entonces el carbono secuestrado en los cocos de castaña por árbol del mismo alcanza valores desde 0.64 kg hasta 32.30 kg.
- La relación del contenido de carbono de los cocos de castaña en función al DAP (promedio por árbol) resultó un coeficiente de correlación positiva débil, lo que sugiere que el DAP no es un buen predictor, sin embargo al relacionar las variables dependiente e independiente (todas las muestras) por clase diamétrica se encontró que los cocos pertenecientes a los arboles de las clases 120-130, 130-140, 150-160, 200-210 y 250-260, retienen mayor cantidad de carbono.
- Por otro lado al determinar la relación entre el carbono de los cocos en función al espesor y al diámetro ecuatorial presentó para ambos una correlación positiva considerable lo cual significa que para estimar la biomasa y el carbono es confiable la medición de dichas variables.

5.2. Recomendaciones

- Continuar estudios que contemple las mediciones de biomasa y carbono, en cubiertas de otros frutos, considerando la diversidad de los bosques de Madre

de Dios, dado que la determinación precisa asegura una estimación real de la cantidad de carbono almacenado.

- Realizar estudios comparativos en contenido de carbono en frutos de castaña de acuerdo al grado de intervención humana en el bosque (castañal en área natural protegida vs. castañal donde se ha efectuado extracción forestal) y en especies forestales (productos diferentes a la madera).
- En concertación con los concesionarios castañeros establecer mecanismos para un adecuado uso de los cocos una vez extraídas las semillas, a través de su comercialización o transferencia a otros sectores (artesanos,) para su incorporación en la economía local.
- Es importante realizar valoraciones que incluyan todos los servicios ambientales que producen los bosques con el fin de atribuir al propietario un monto atractivo para que maneje sosteniblemente.
- Brindar una mayor información a los concesionarios sobre las causas que pueden ocasionar al no cuidar los bosques.

Bibliografía

1. ANDRADE, Hernán J. e IBRAHIM, Muhammad. ¿Cómo monitorear el secuestro de carbono en los sistemas silvopastoriles? Agroforestería en las Américas, Vol. 10 (Nº 39-402003): 109-116, 2003.
2. ARANA, C. Antonio, S.SEQUEIRA, Vanessa A., TORRES, P. Jorge. "Mejoramiento del Sistema de Cosecha de Castaña (*Bertholletia excelsa*) en Madre de Dios y sus Impactos en la economía del productor castañero". 2002. 15 p.
3. AREVALO, L. A., C. ALEGRE, J., PALM, Ch. "Determinación de las Reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en Perú". Junio 2003.
4. BRACK, Antonio y MENDIOLA, Cecilia. "Ecología del Perú". Editorial Bruño. Lima, Perú. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2000. 60 p.
5. CALLO-Concha, KRISHNAMURTHY, L. y ALEGRE, J. Cuantificación del carbono secuestrado por algunos SAF's y testigos, en tres pisos ecológicos de la Amazonía del Perú. 2000. Disponible en: http://www.zef.de/module/register/media/e729_Secuestro%20de%20C%20por%20SAFs%20amaz%C3%B3nicos.pdf
6. CESTEDO, Juan P.; 2002 "ENCICLOPEDIA LIBRE UNIVERSAL EN ESPAÑOL", (en línea) WindSpiel: La última versión es de las 14:07 9 dic., 2004. (Citado 15 Julio 2006). Disponible en World Wide Web: http://www.minag.gob.pe/rrnn_castana.shtml Todo el contenido se distribuye según la GNU Free Documentation License 1.2.
7. CHACÓN, M., IBRAHIM, M., PONCE, G., VEGA, P. y CASASOLA, F. Determinación de carbono en diferentes sistemas de usos de la tierra en Centroamérica. Nicaragua y Costa Rica. 2004.
8. CHAMBI, C. P.P. "Valorización Económica de Secuestro de Carbono mediante simulación aplicado a la zona boscosa del río Inambari y Madre de Dios". Madre de Dios. Perú. 2001.
Disponible en: <http://www.uach.cl/procarbono/simposio/trabajos/25%20-%20Chambi.PDF>
9. COCHRAN WILLIAM G. Técnicas de Muestreo. México 2000. Disponible en : www.metabase.net/docs/fusades/04603.html
10. CONCHA, Juanita Y., ALEGRE, Julio C. y POCOMUCHA, Vicente. Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas

agroforestales de theobroma cacao I. En el Departamento de San Martín, Perú. Ecol. apl. [online]. dic. 2007, vol.6, no.1-2 [citado 13 Julio 2009], p.75-82.

Disponible en la World Wide Web:
<http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-22162007000100009&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1726-2216.

11. CORNEJO, F. "Historia natural de la *Castaña (Bertholletia excelsa)* y Propuesta para su Manejo". Asociación para la Conservación de la Cuenca Amazónica (ACCA) Proyecto Conservando *Castaña (Bertholletia excelsa)*les. Puerto Maldonado – Perú.
12. CORVERA – GOMRINGER, R. "Primera aproximación en la micro- zonificación de áreas con aptitud para plantaciones de *castaña (Bertholletia excelsa)* (*Bertholletia excelsa*). Instituto de Investigación de la Amazonia peruana 2002.15 p.
13. CRONQUIST, Arthur. An Integrated System of Classification of flowering plants, Columbia University Press, 1981.
14. CUBERO, José A. & ROJAS, Susana R. Fijación de carbono en plantaciones de melina (*Gmelina arborea* Roxb.), teca (*Tectona grandis* L.f.) y pochote (*Bombacopsis quinata* Jacq.) en los cantones de Hojancha y Nicoya, Guanacaste, Costa Rica. Licenciatura en Ciencias Forestales con Énfasis en Desarrollo Forestal. Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 95 p.
15. DZIB CASTILLO, Benito B. Manejo, secuestro de carbono e ingresos de tres especies forestales de sombra en cafetales de tres regiones contrastantes de Costa Rica. Magister scientiae. Turrialba, Costa Rica. Escuela de Posgrado del CATIE. Diciembre 2003.
16. FREITAS, A. L., OTÁROLA, A. E., DEL CASTILLO, T. D., LINARES, B. C., MARTÍNEZ, D. P., MALCA, S. G. A. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Noviembre del 2006. Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/Publicaciones/CD/documentos/ST029.pdf>
17. GALLEGOS, R. Agustín, GARCÍA, O. Agustina, PARADA, S. Bernardino, BENAVIDES, Juan de Dios, HERNÁNDEZ, A. Efrén y GÓMEZ AGUILAR, José R. Cuantificación de agua y carbono en plantaciones de *Tectona Grandis*, L.F., en Bahía de Banderas, Nayarit, México. 2005.
18. GAMARRA, R. Juan. Estimación del contenido de carbono en plantaciones de *Eucalyptus globulus* Labill. Junín, Perú. Simposio internacional medición y

- monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales: 18 al 20 de octubre del 2001. Valdivia, Chile. Universidad Nacional de Colombia. 2001.
19. GUTIERREZ, V. Víctor H. y LOPERA, A. Gabriel J. Metodología para la cuantificación de existencias y flujo de carbono en plantaciones forestales. Simposio internacional medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales: 18 al 20 de octubre del 2001. Valdivia, Chile. Universidad Nacional de Colombia. 2001.
 20. HARMON, Mark E., Ferrell, William K., & Franklin, Jerry F. Effects of carbon storage of conversion of old-growth forests to young stands. *Science*, 1990. 247, 699–702.
 21. HERNADEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos, BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 4ta edic. México. 2006.99-117, 157-231, 235-269, 443-465 p.
 22. IPCC - Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2001. Tercer Informe de Evaluación Cambio climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad Resumen para responsables de políticas y Resumen técnico. Parte de la contribución del Grupo de trabajo II al Tercer Informe de Evaluación Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza.
 23. KANNINEN, M. Sistemas silvopastoriles y almacenamiento de carbono: Potencial para América latina. Conferencia electrónica en potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales. FAO. On line. 2001.
 24. LAPEYRE, Tatiana, ALEGRE, Julio y ARÉVALO, Luis. Determinación de las reservas de carbono de la biomasa aérea, en diferentes sistemas de uso de la tierra en San Martín, Perú. *Ecol. apl.* vol.3 no.1-2 Lima Jan./dic. 2004.
 25. LOGUERCIO, G. . Cambio Climático: El rol de los bosques como sumideros de Carbono. CIEFAP. 2000. Publicado en forestal Net. Magazine Electrónico y en www.ciefap.org.ar
 26. MORI, S.A. And PRANCE, G.T. "Taxonomy, Ecology and Economic Botany of the Brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb & Bonpl: Lecythidaceae)". *Advances in economic botany* 150p. 1990.
 27. ORIHUELA O., Pedro. Estadística. Escuela de educación superior a distancia de la Universidad Inca Garcilaso de la vega. Lima, Perú. 2003.15-17, 151-166 p.
 28. OROZCO, Lorena y BRUMÉR Cecilia. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América central. Turrialba, Costa Rica: CATIE, 2002. 209 p. Serie N° 50.

29. PAGIOLA, S., BISHOP, J., LANDELL-MILLS, N. "La Venta de Servicios Ambientales Forestales". Setiembre 2006. 29, 47, 61, 64, 78 p.
30. REYNEL, C., PENNINGTON, R.T., FLORES, C., DAZA, A. "Árboles útiles de la amazonia peruana y sus usos". Perú.2003. 469 p.
31. RÜGNITZ, M., CHACON, M., & PORRO, R. Guía de determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales.1.ed.Lima, Perú: Centro Mundial Agroforestal (ICRAF)/Consortio Iniciativa Amazónica (IA).2009.
32. RUSSO, Ricardo O. Los bosques como sumideros y depósitos de carbono. Curso taller internacional: "Valoración económica del capital natural: Aplicaciones practicas", organizado por la Fundación defensores de la naturaleza (FUNDENA) y el Centro regional de estudios de economía ecológica (CREESE), del 18 al 23 de febrero del 2002, San José, Costa Rica. 2002.
33. SOTO, Raquel. Cambio de uso de la tierra y cambio climático. Lima, Perú. Diciembre del 2007.
34. SUAREZ, P.D.A. Cuantificación y valoración económica del servicio ambiental almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales de café en Comarca Yassica Sur, Matagalpa, Nicaragua. Magister scientiae. Turrialba, Costa Rica. Escuela de Posgrado del CATIE. 2002.
35. TYLER, G. MILLER, J. R. Ecología y Medio Ambiente. México D. F. 827 p. 1994.
36. VALLENAS, Q., Julio C. y PARILLO, M., Hermenegildo V. Determinación del Secuestro de Carbono por *Dipterix mycrantha* Harms, *Manilkara bidentata* (A. DC.) A. Chev y *Myroxylon balsamun* L. Harms, en predios agrícolas del distrito de "Tahuamanu" – Madre De Dios. Tesis (Ingeniero Forestal). Madre de Dios, Perú. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Forestales y Medio Ambiente. 2006.
37. VASQUEZ, U. ECO Ciencia, Tecnología y Ambiente. Lima – Perú. Asociación Prisma. 2000.
38. VILLALOBOS, S. F. y Lawrence Pratt. Estimación del Costo Marginal de los Servicios de Fijación de Carbono en Costa Rica. 6 p. Septiembre del 1999. Disponible en:
<http://www.incae.edu/ES/clacds/nuestras-investigaciones/pdf/cen704.pdf>

ANEXO I

CUADROS

Cuadro A
Datos de los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*) por árbol, medidos en campo.

Código del árbol	Código del coco	Peso húmedo (gramos)	Espesor (mm.)	Diámetro ecuatorial (cm.)
1	1	300	10.0	9.00
	2	200	7.0	9.80
	3	200	8.0	9.40
	4	175	8.0	10.05
	5	240	10.0	10.50
	6	165	8.0	9.60
	7	160	9.0	9.40
	8	240	11.0	10.20
	9	220	9.0	9.80
	10	200	9.0	9.20
	11	200	9.0	10.20
	12	198	8.0	10.20
	13	199	8.0	9.65
	14	164	8.0	8.80
	15	200	9.0	10.20
	16	205	10.0	10.50
	17	200	11.0	9.75
	18	235	10.0	11.40
2	1	400	11.0	10.65
	2	420	15.0	11.30
	3	340	11.0	10.50
	4	560	15.0	11.70
	5	220	11.0	9.00
	6	420	14.0	10.50
	7	320	14.0	10.80
	8	350	12.0	11.50
	9	320	12.0	10.40
	10	280	9.0	10.40
	11	322	11.0	11.50
	12	263	10.0	9.80
	13	281	13.0	9.60
	14	240	12.0	9.80
	15	421	13.0	11.00
	16	321	13.0	10.00
	17	357	13.0	11.05
	18	270	12.0	10.10

Código del árbol	Código del coco	Peso húmedo (gramos)	Espesor (mm.)	Diámetro ecuatorial (cm.)
	19	200	10.0	8.60
	20	278	11.0	10.40
	21	240	10.0	8.90
3	1	260	10.0	10.10
	2	200	9.0	9.75
	3	200	10.0	9.40
	4	210	9.0	9.55
	5	205	9.0	10.20
	6	240	9.0	9.25
	7	241	10.0	9.45
	8	245	9.0	9.65
	9	200	10.0	9.40
	10	240	12.0	9.30
	11	208	10.0	9.60
	12	205	9.0	10.35
	13	160	7.0	8.60
	14	200	10.0	9.90
	15	260	11.0	9.80
	16	240	10.0	9.90
	17	215	10.0	9.45
	18	280	11.0	10.40
	19	240	10.0	10.20
	20	220	10.0	10.00
	21	200	9.0	9.45
	22	265	11.0	10.35
4	1	280	10.0	9.20
	2	395	15.0	10.40
	3	325	12.0	9.80
	4	400	13.0	10.10
	5	260	11.0	8.65
	6	245	10.0	8.40
	7	360	12.0	10.00
	8	480	10.0	10.50
	9	390	10.0	10.40
	10	210	11.0	8.60
	11	160	8.0	9.40
	12	270	12.0	10.60
	13	200	13.0	9.75
	14	190	11.0	10.40
	15	180	12.0	9.70
	16	320	8.0	8.90

Código del árbol	Código del coco	Peso húmedo (gramos)	Espesor (mm.)	Diámetro ecuatorial (cm.)
5	1	240	8.0	8.75
	2	160	7.0	8.30
	3	162	6.0	8.00
	4	160	7.0	8.30
	5	155	5.0	7.95
	6	161	6.0	9.05
	7	128	7.0	8.10
6	1	180	8.0	8.40
	2	220	9.0	9.55
	3	210	8.0	9.20
	4	190	8.0	9.70
	5	160	7.0	8.75
	6	192	8.0	8.45
	7	200	9.0	8.75
	8	155	8.0	10.25
	9	190	8.0	10.40
	10	235	10.0	9.65
7	1	155	8.0	8.05
	2	180	8.0	8.50
	3	160	8.0	8.30
	4	200	9.0	8.80
	5	160	7.0	8.00
	6	190	8.0	8.70
	7	215	9.0	8.80
	8	235	10.0	8.50
	9	200	9.0	8.40
	10	160	8.0	7.60
	11	155	7.0	8.10
8	1	120	6.0	8.60
	2	120	7.0	9.80
	3	140	6.0	7.70
	4	140	7.0	8.20
	5	163	8.0	9.30
	6	155	7.0	8.30
	7	162	7.0	8.95
	8	200	8.0	9.50
	9	162	8.0	9.40
	10	210	9.0	9.20
	11	128	6.0	8.00
	12	200	8.0	9.50

Código del árbol	Código del coco	Peso húmedo (gramos)	Espesor (mm.)	Diámetro ecuatorial (cm.)
	13	200	8.0	9.00
9	1	140	10.0	8.80
	2	140	8.0	8.50
	3	200	10.0	9.10
	4	195	9.0	9.75
	5	170	9.0	8.90
	6	202	9.0	9.50
	7	195	9.0	8.90
	8	160	7.0	8.50
10	1	180	8.0	9.20
	2	240	10.0	9.80
	3	280	10.0	10.40
	4	280	10.0	10.00
	5	200	7.0	9.00
	6	280	10.0	10.00
	7	205	10.0	10.00
	8	235	8.0	9.50
11	1	260	10.0	9.20
	2	200	10.0	9.50
	3	260	10.0	9.75
	4	210	10.0	9.00
	5	285	13.0	10.10
	6	198	10.0	9.00
	7	235	11.0	8.40
	8	275	12.0	9.50
	9	240	13.0	10.80
	10	238	12.0	10.90
	11	260	12.0	9.60
12	1	240	11.0	9.80
	2	210	10.0	9.50
	3	272	10.0	9.25
	4	205	8.0	9.75
	5	200	7.0	9.05
	6	260	9.0	9.90
	7	218	8.0	9.40
	8	244	13.0	10.00
	9	260	8.0	8.60
13	1	275	8.0	9.50
	2	278	9.0	10.20
	3	220	8.0	9.70

Código del árbol	Código del coco	Peso húmedo (gramos)	Espesor (mm.)	Diámetro ecuatorial (cm.)
	4	252	10.0	10.25
	5	330	10.0	10.50
	6	260	9.0	10.00
	7	235	8.0	10.10
	8	305	11.0	10.50
14	1	328	12.0	10.00
	2	195	8.0	9.40
	3	196	8.0	9.20
	4	235	10.0	9.50
	5	240	9.0	9.50
	6	235	11.0	10.50
	7	240	10.0	10.50
	8	243	10.0	10.25
	9	240	9.0	10.20
	10	240	11.0	10.00
	11	234	10.0	10.55
15	1	105	7.0	9.25
	2	200	8.0	10.50
	3	230	8.0	9.50
	4	160	8.0	10.20
	5	240	9.0	10.50
	6	200	8.0	10.60
	7	198	8.0	9.60
	8	200	8.0	9.55
	9	235	10.0	10.00
	10	195	9.0	9.90
	11	242	12.0	9.60
	12	170	6.0	9.50
16	1	235	11.0	9.65
	2	215	8.0	9.00
	3	195	7.0	8.60
	4	190	8.0	9.80
	5	170	9.0	9.60
	6	240	10.0	9.50
	7	200	9.0	8.50
	8	280	10.0	10.00
17	1	280	9.0	10.05
	2	220	9.0	9.70
	3	290	10.0	10.60
	4	300	10.0	9.75

Código del árbol	Código del coco	Peso húmedo (gramos)	Espesor (mm.)	Diámetro ecuatorial (cm.)
	5	295	9.0	11.00
	6	280	9.0	10.75
	7	195	8.0	9.65
	8	245	9.0	9.75
	9	390	12.0	10.75
	10	280	10.0	11.20
	11	282	10.0	11.50
18	1	360	10.0	10.55
	2	350	10.0	10.00
	3	240	9.0	11.00
	4	250	9.0	10.40
	5	280	9.0	10.00
	6	320	11.0	10.10
19	1	198	8.0	9.50
	2	200	9.0	9.50
	3	200	9.0	9.65
	4	260	10.0	10.00
	5	240	10.0	10.50
	6	205	9.0	9.40
	7	200	7.0	9.20
	8	195	7.0	9.45
	9	200	7.0	9.50
20	1	280	11.0	10.25
	2	240	9.0	10.80
	3	220	10.0	10.00
	4	242	8.0	9.80
	5	220	10.0	10.00
	6	221	10.0	9.70
	7	260	11.0	10.50
	8	265	13.0	11.45
	9	242	10.0	10.40
	10	280	10.0	10.20
	11	271	11.0	9.00
	12	250	9.8	10.90
	13	222	9.0	11.00
	14	215	8.6	10.20
	15	230	11.0	9.00
21	1	200	7.0	8.65
	2	235	10.0	8.90
	3	280	11.0	10.00

Código del árbol	Código del coco	Peso húmedo (gramos)	Espesor (mm.)	Diámetro ecuatorial (cm.)	
	4	210	10.0	9.70	
	5	205	9.0	8.50	
	6	300	11.0	9.50	
	7	220	9.0	9.00	
	8	202	9.0	8.50	
	9	240	10.0	9.55	
	10	242	11.0	9.50	
	11	322	13.0	10.15	
	12	280	10.0	9.40	
	22	1	170	8.0	9.40
		2	205	9.0	10.20
		3	230	8.0	9.75
4		162	7.0	9.15	
5		240	8.0	9.50	
6		200	8.0	9.00	
7		200	8.0	9.60	
8		180	8.0	9.60	
9		198	7.0	9.20	
10		170	8.0	9.25	
11		205	8.0	9.10	
12		190	6.0	9.00	
13		240	8.0	9.65	
14		197	8.0	9.50	
23	1	340	11.0	10.85	
	2	305	12.0	10.80	
	3	220	10.0	10.30	
	4	195	8.0	9.10	
	5	320	12.0	10.00	
	6	340	10.0	10.50	
	7	325	9.8	10.50	
	8	300	10.2	11.10	
	9	295	9.0	9.65	
	10	240	10.0	9.40	
24	1	250	8.0	9.25	
	2	240	10.0	10.00	
	3	230	10.0	9.30	
	4	240	9.0	9.70	
	5	280	12.0	9.60	
	6	278	12.0	9.45	
	7	205	10.0	8.70	

Código del árbol	Código del coco	Peso húmedo (gramos)	Espesor (mm.)	Diámetro ecuatorial (cm.)
25	1	280	13.0	10.50
	2	325	12.0	10.90
	3	280	12.0	10.50
	4	290	13.0	10.60
	5	350	12.0	10.75
	6	380	15.0	12.00
26	1	260	12.0	10.50
	2	245	10.0	10.40
	3	235	10.0	9.50
	4	256	10.0	9.50
27	1	305	11.0	10.90
	2	200	8.0	9.70
	3	320	11.0	10.60
	4	270	11.0	10.65
	5	280	10.0	10.40
	6	200	8.0	10.60
	7	280	10.0	10.40
	8	300	11.0	10.70
	9	270	11.0	10.50
	10	285	11.0	10.30
	11	240	8.0	10.30
	12	320	11.0	11.15
	13	200	8.0	9.40
28	1	360	15.0	11.10
	2	305	12.0	11.10
	3	310	12.0	11.00
	4	280	10.0	10.40
	5	312	10.0	10.40
	6	300	10.0	10.20
	7	390	11.0	11.60
	8	301	10.0	10.30
	9	330	12.0	10.50
	10	400	12.0	11.20
	11	350	11.0	11.10
29	1	170	7.0	9.00
	2	205	10.0	9.40
	3	150	8.0	9.35
	4	160	8.0	9.05
	5	148	8.0	8.55
	6	160	8.0	8.50

Código del árbol	Código del coco	Peso húmedo (gramos)	Espesor (mm.)	Diámetro ecuatorial (cm.)
	7	105	5.0	8.00
	8	90	5.0	7.00
	9	140	7.0	8.10
	10	159	8.0	9.30
	11	145	8.0	8.20
	30	1	170	7.0
2		170	7.0	9.30
3		190	8.0	9.40
4		165	7.0	9.20
5		200	9.0	9.10
6		240	9.0	9.30
31	1	200	7.0	7.25
	2	120	5.0	7.40
	3	255	9.0	8.30
	4	160	6.0	8.25
	5	165	6.0	8.50
	6	162	6.0	7.80
	7	220	8.0	8.75
	8	155	7.0	7.30
	9	170	7.0	8.20
	10	160	8.0	7.60
	11	135	7.0	7.90
	12	180	7.0	8.40
	13	120	7.0	8.20
32	1	200	8.0	8.50
	2	205	9.0	8.80
	3	122	7.0	9.00
	4	120	8.0	8.20
	5	203	10.0	9.20
	6	180	9.0	9.00
	7	179	9.0	8.50
	8	240	8.0	8.40
	9	180	10.0	9.00
	10	200	8.0	8.70
	11	200	10.0	9.20
	12	210	8.0	8.80
	13	140	8.0	8.50
33	1	240	11.0	10.55
	2	195	10.0	9.80
	3	280	11.0	10.65

Código del árbol	Código del coco	Peso húmedo (gramos)	Espesor (mm.)	Diámetro ecuatorial (cm.)	
	4	198	10.0	10.30	
	5	230	10.0	10.20	
	6	185	8.0	9.00	
	7	205	10.0	9.90	
	8	198	10.0	9.75	
	9	160	6.0	8.80	
	10	200	8.0	9.55	
	11	260	9.0	10.60	
	12	230	9.0	9.95	
	13	252	9.0	10.40	
	34	1	220	10.0	10.20
		2	165	7.0	8.40
		3	242	10.0	10.50
4		230	11.0	10.30	
5		162	7.0	9.20	
6		260	10.0	10.60	
7		246	10.0	10.50	
8		272	10.0	10.75	
9		260	10.0	10.80	
10		270	11.0	10.90	
35	1	240	10.0	10.40	
	2	220	10.0	8.60	
	3	220	10.0	9.30	
	4	240	11.0	10.00	
	5	235	9.0	10.20	
	6	240	9.0	9.50	
	7	235	9.0	9.40	
	8	197	8.0	8.90	
36	1	260	11.0	9.45	
	2	190	11.0	8.90	
	3	470	12.0	11.00	
	4	330	12.0	10.00	
	5	395	14.0	10.75	
	6	400	15.0	10.80	
	7	360	16.0	10.85	
	8	400	12.0	10.20	
	9	360	15.0	10.15	
	10	340	13.0	10.20	
	11	280	15.0	9.20	
	12	305	15.0	9.90	

Código del árbol	Código del coco	Peso húmedo (gramos)	Espesor (mm.)	Diámetro ecuatorial (cm.)
	13	445	13.0	9.50
37	1	199	8.0	8.20
	2	150	8.0	8.00
	3	180	8.0	8.40
	4	170	7.0	7.10
	5	203	11.0	9.30
	6	190	9.0	7.80
	7	189	8.6	8.60
	8	170	7.6	9.25
	9	210	9.6	11.40
	10	268	10.0	11.80
	11	142	7.1	10.00
	12	172	6.0	9.40
	13	202	7.0	8.20
	14	201	10.0	8.70
38	1	300	12.0	10.55
	2	220	10.0	9.80
	3	245	10.0	9.40
	4	205	10.0	8.70
	5	290	10.0	9.75
	6	245	9.0	8.80
	7	240	8.0	8.60
	8	198	8.0	9.30
	9	230	11.0	9.60
	10	198	10.0	9.00
	11	180	4.0	10.15
39	1	205	8.0	9.50
	2	180	9.0	9.30
	3	245	10.0	10.10
	4	242	11.0	10.00
	5	180	10.0	9.00
	6	199	8.0	9.00
	7	242	10.0	9.60
	8	201	8.0	8.95
	9	260	10.0	9.20
	10	200	9.0	8.40
	11	230	10.0	8.50
	12	240	9.0	9.20
	13	170	8.0	8.40

Fuente: Elaboración propia

Cuadro B**Datos derivados obtenidos en gabinete**

Se aprecia el peso seco de las muestras y con ésta información se determinó el contenido de humedad, biomasa y el carbono fijado por los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*).

Código del árbol	Código del coco	Peso seco (gramos)	Contenido de humedad	Biomasa (gramos)	Carbono fijado (gr/coco)
1	1	225.63	0.33	201.12	100.56
	2	141.79	0.41	117.89	58.95
	3	135.54	0.48	104.88	52.44
	4	126.87	0.38	108.61	54.31
	5	153.89	0.56	105.71	52.85
	6	121.23	0.36	105.43	52.71
	7	123.92	0.29	113.42	56.71
	8	168.88	0.42	138.93	69.46
	9	157.87	0.39	133.42	66.71
	10	145.89	0.37	125.82	62.91
	11	139.03	0.44	112.29	56.15
	12	128.31	0.54	90.46	45.23
	13	158.36	0.26	147.93	73.97
	14	128.68	0.27	118.99	59.49
	15	125.33	0.60	80.84	40.42
	16	144.49	0.42	119.15	59.57
	17	143.43	0.39	121.12	60.56
	18	153.18	0.53	109.48	54.74
2	1	269.22	0.49	205.69	102.85
	2	304.43	0.38	260.56	130.28
	3	209.78	0.62	128.95	64.47
	4	400.17	0.40	336.33	168.17
	5	144.51	0.52	105.08	52.54
	6	297.99	0.41	248.03	124.02
	7	210.87	0.52	154.39	77.20
	8	234.12	0.49	176.76	88.38
	9	195.19	0.64	115.38	57.69
	10	180.11	0.55	124.71	62.36
	11	215.77	0.49	163.47	81.73
	12	177.06	0.49	135.35	67.67
	13	198.31	0.42	163.83	81.92
	14	156.74	0.53	112.51	56.26
	15	294.78	0.43	240.73	120.37

Código del árbol	Código del coco	Peso seco (gramos)	Contenido de humedad	Biomasa (gramos)	Carbono fijado (gr/coco)
	16	198.74	0.62	123.53	61.76
	17	234.27	0.52	169.97	84.99
	18	176.58	0.53	127.16	63.58
	19	137.02	0.46	108.07	54.04
	20	174.35	0.59	112.73	56.37
	21	154.07	0.56	106.14	53.07
3	1	200.83	0.29	183.40	91.70
	2	136.05	0.47	105.99	53.00
	3	141.01	0.42	116.33	58.17
	4	166.08	0.26	154.47	77.23
	5	148.04	0.38	126.12	63.06
	6	158.71	0.51	117.07	58.54
	7	150.07	0.61	94.97	47.49
	8	154.24	0.59	100.83	50.42
	9	127.39	0.57	86.00	43.00
	10	154.57	0.55	107.35	53.68
	11	130.16	0.60	83.61	41.80
	12	155.03	0.32	138.92	69.46
	13	115.81	0.38	98.95	49.47
	14	145.69	0.37	125.44	62.72
	15	160.76	0.62	99.50	49.75
	16	154.85	0.55	108.03	54.01
	17	135.25	0.59	88.23	44.11
	18	164.85	0.70	84.42	42.21
	19	151.10	0.59	98.80	49.40
	20	139.99	0.57	94.26	47.13
	21	139.99	0.43	114.27	57.13
	22	161.06	0.65	93.98	46.99
4	1	211.39	0.32	189.12	94.56
	2	263.17	0.50	197.13	98.57
	3	206.53	0.57	138.57	69.29
	4	269.87	0.48	207.12	103.56
	5	185.66	0.40	155.89	77.95
	6	169.70	0.44	136.29	68.14
	7	227.08	0.59	149.28	74.64
	8	315.80	0.52	230.42	115.21
	9	259.56	0.50	194.01	97.00
	10	150.13	0.40	126.25	63.13
	11	118.49	0.35	103.95	51.97
	12	188.19	0.43	152.63	76.31
	13	132.89	0.51	99.00	49.50

Código del árbol	Código del coco	Peso seco (gramos)	Contenido de humedad	Biomasa (gramos)	Carbono fijado (gr/coco)
	14	121.47	0.56	82.81	41.40
	15	121.91	0.48	94.23	47.12
	16	192.23	0.66	107.30	53.65
5	1	138.13	0.74	63.00	31.50
	2	117.04	0.37	101.27	50.64
	3	118.78	0.36	103.05	51.53
	4	112.00	0.43	91.43	45.71
	5	115.22	0.35	101.49	50.74
	6	116.94	0.38	100.34	50.17
	7	96.98	0.32	87.06	43.53
6	1	127.30	0.41	105.48	52.74
	2	164.52	0.34	145.81	72.91
	3	145.49	0.44	116.89	58.44
	4	121.33	0.57	82.46	41.23
	5	118.08	0.36	103.20	51.60
	6	125.09	0.53	89.30	44.65
	7	139.97	0.43	114.22	57.11
	8	111.82	0.39	95.15	47.57
	9	131.59	0.44	105.66	52.83
	10	155.39	0.51	114.60	57.30
7	1	113.48	0.37	98.29	49.14
	2	128.63	0.40	108.11	54.06
	3	119.02	0.34	104.91	52.46
	4	139.54	0.43	113.34	56.67
	5	121.67	0.32	109.59	54.80
	6	135.13	0.41	112.85	56.42
	7	139.49	0.54	98.61	49.31
	8	149.82	0.57	101.39	50.70
	9	147.81	0.35	129.38	64.69
	10	120.86	0.32	108.18	54.09
	11	114.01	0.36	99.27	49.64
8	1	98.25	0.22	93.44	57.70
	2	95.69	0.25	89.51	44.76
	3	111.32	0.26	103.93	51.97
	4	117.82	0.19	113.64	56.82
	5	138.71	0.18	134.46	67.23
	6	105.03	0.48	81.26	40.63
	7	117.13	0.38	99.94	49.97
	8	145.05	0.38	124.23	62.12
	9	130.96	0.24	123.60	61.80

Código del árbol	Código del coco	Peso seco (gramos)	Contenido de humedad	Biomasa (gramos)	Carbono fijado (gr/coco)
	10	154.79	0.36	135.10	67.55
	11	97.58	0.31	88.10	44.05
	12	141.66	0.41	117.63	58.82
	13	141.65	0.41	117.61	58.81
9	1	110.08	0.27	101.95	50.97
	2	109.78	0.28	101.46	50.73
	3	148.41	0.35	130.48	65.24
	4	163.93	0.19	158.04	79.02
	5	128.07	0.33	114.34	57.17
	6	150.91	0.34	133.61	66.81
	7	156.47	0.25	146.98	73.49
	8	132.42	0.21	126.68	63.34
10	1	128.93	0.40	108.70	54.35
	2	169.00	0.42	139.17	69.59
	3	190.55	0.47	148.56	74.28
	4	178.61	0.57	121.05	60.53
	5	135.98	0.47	105.84	52.92
	6	171.19	0.64	102.03	51.01
	7	165.78	0.24	156.50	78.25
	8	147.94	0.59	96.71	48.35
11	1	178.20	0.46	140.65	70.33
	2	142.15	0.41	118.61	59.30
	3	181.64	0.43	147.84	73.92
	4	142.78	0.47	111.13	55.57
	5	177.01	0.61	111.13	55.56
	6	123.25	0.61	77.91	38.96
	7	141.56	0.66	79.88	39.94
	8	180.28	0.53	130.51	65.26
	9	172.17	0.39	145.45	72.72
	10	188.70	0.26	175.82	87.91
	11	176.50	0.47	137.00	68.50
12	1	161.91	0.48	124.25	62.12
	2	133.47	0.57	89.59	44.79
	3	166.90	0.63	100.72	50.36
	4	134.51	0.52	97.57	48.78
	5	136.31	0.47	106.55	53.28
	6	155.97	0.67	86.58	43.29
	7	131.00	0.66	73.22	36.61
	8	153.71	0.59	100.67	50.34
	9	200.08	0.30	182.14	91.07

Código del árbol	Código del coco	Peso seco (gramos)	Contenido de humedad	Biomasa (gramos)	Carbono fijado (gr/coco)
13	1	184.96	0.49	141.13	70.56
	2	192.38	0.45	154.27	77.14
	3	153.03	0.44	123.72	61.86
	4	163.81	0.54	116.33	58.17
	5	222.88	0.48	171.40	85.70
	6	173.75	0.50	130.94	65.47
	7	144.43	0.63	87.63	43.82
	8	207.98	0.47	162.72	81.36
14	1	212.66	0.54	150.10	75.05
	2	159.76	0.22	151.99	75.99
	3	133.53	0.47	104.30	52.15
	4	175.18	0.34	154.75	77.38
	5	184.24	0.30	167.36	83.68
	6	181.55	0.29	165.81	82.91
	7	171.28	0.40	143.71	71.85
	8	172.84	0.41	144.36	72.18
	9	161.08	0.49	122.41	61.21
	10	192.03	0.25	180.05	90.02
	11	146.38	0.60	93.93	46.97
15	1	86.16	0.22	82.04	41.02
	2	138.03	0.45	110.21	55.10
	3	158.04	0.46	125.27	62.64
	4	128.82	0.24	121.27	60.64
	5	166.68	0.44	134.43	67.21
	6	134.17	0.49	101.87	50.94
	7	133.08	0.49	101.41	50.71
	8	128.66	0.55	89.10	44.55
	9	160.21	0.47	125.30	62.65
	10	134.58	0.45	107.45	53.73
	11	162.71	0.49	124.07	62.04
	12	123.00	0.38	105.04	52.52
16	1	155.68	0.51	115.27	57.63
	2	149.62	0.44	121.05	60.53
	3	136.97	0.42	112.38	56.19
	4	129.63	0.47	101.52	50.76
	5	120.05	0.42	99.27	49.63
	6	160.90	0.49	122.01	61.01
	7	131.22	0.52	95.17	47.58
	8	172.85	0.62	106.43	53.21
17	1	196.96	0.42	161.95	80.97

Código del árbol	Código del coco	Peso seco (gramos)	Contenido de humedad	Biomasa (gramos)	Carbono fijado (gr/coco)
	2	158.61	0.39	134.85	67.42
	3	185.66	0.56	127.02	63.51
	4	188.00	0.60	121.28	60.64
	5	192.53	0.53	137.99	69.00
	6	179.68	0.56	123.67	61.83
	7	124.12	0.57	83.64	41.82
	8	170.01	0.44	136.93	68.47
	9	257.62	0.51	189.60	94.80
	10	194.75	0.44	157.43	78.72
	11	174.70	0.61	108.80	54.40
	18	1	239.17	0.51	178.13
2		225.10	0.55	155.80	77.90
3		167.81	0.43	136.75	68.38
4		181.87	0.37	156.35	78.17
5		204.60	0.37	176.81	88.41
6		221.91	0.44	178.55	89.28
19	1	141.29	0.40	118.53	59.26
	2	131.27	0.52	95.28	47.64
	3	148.70	0.34	131.00	65.50
	4	172.03	0.51	127.05	63.52
	5	187.09	0.28	172.13	86.06
	6	148.68	0.38	127.35	63.67
	7	130.45	0.53	93.37	46.68
	8	127.54	0.53	91.86	45.93
	9	141.50	0.41	117.31	58.66
20	1	174.01	0.61	109.45	54.73
	2	179.87	0.33	159.77	79.88
	3	155.34	0.42	128.43	64.21
	4	186.94	0.29	170.72	85.36
	5	170.18	0.29	155.60	77.80
	6	157.01	0.41	130.93	65.47
	7	175.96	0.48	135.82	67.91
	8	177.67	0.49	134.74	67.37
	9	196.48	0.23	185.93	92.97
	10	198.04	0.41	164.12	82.06
	11	186.90	0.45	149.06	74.53
	12	160.60	0.56	110.83	55.42
	13	159.02	0.40	134.08	67.04
	14	149.31	0.44	120.41	60.20
	15	154.26	0.49	117.07	58.54

Código del árbol	Código del coco	Peso seco (gramos)	Contenido de humedad	Biomasa (gramos)	Carbono fijado (gr/coco)
21	1	125.94	0.59	82.39	41.19
	2	148.57	0.58	98.29	49.14
	3	207.50	0.35	182.17	91.08
	4	145.42	0.44	116.74	58.37
	5	142.63	0.44	115.36	57.68
	6	199.08	0.51	147.92	73.96
	7	170.54	0.29	156.20	78.10
	8	144.75	0.40	122.11	61.05
	9	169.61	0.42	140.40	70.20
	10	168.78	0.43	137.02	68.51
	11	201.11	0.60	128.44	64.22
	12	209.86	0.33	186.42	93.21
22	1	123.72	0.37	106.41	53.20
	2	143.61	0.43	117.37	58.68
	3	151.31	0.52	110.39	55.19
	4	119.82	0.35	104.97	52.49
	5	204.60	0.17	198.48	99.24
	6	146.87	0.36	127.65	63.83
	7	137.77	0.45	109.66	54.83
	8	123.42	0.46	97.48	48.74
	9	133.90	0.48	103.21	51.61
	10	127.91	0.33	114.06	57.03
	11	136.15	0.51	101.33	50.67
	12	120.31	0.58	79.94	39.97
	13	147.49	0.63	89.47	44.73
	14	139.15	0.42	115.10	57.55
23	1	254.86	0.33	226.42	113.21
	2	200.02	0.52	144.92	72.46
	3	161.05	0.37	139.47	69.74
	4	125.26	0.56	86.43	43.22
	5	200.36	0.60	128.92	64.46
	6	216.20	0.57	145.31	72.65
	7	198.49	0.64	117.86	58.93
	8	178.99	0.68	97.18	48.59
	9	189.35	0.56	130.40	65.20
	10	152.14	0.58	101.40	50.70
24	1	166.64	0.50	124.94	62.47
	2	152.96	0.57	103.43	51.72
	3	148.62	0.55	104.06	52.03
	4	155.71	0.54	110.08	55.04
	5	183.35	0.53	132.40	66.20

Código del árbol	Código del coco	Peso seco (gramos)	Contenido de humedad	Biomasa (gramos)	Carbono fijado (gr/coco)
	6	182.12	0.53	131.64	65.82
	7	152.13	0.35	133.76	66.88
25	1	233.30	0.20	223.95	111.98
	2	218.84	0.49	167.34	83.67
	3	167.78	0.67	92.72	46.36
	4	182.56	0.59	119.33	59.66
	5	242.38	0.44	194.60	97.30
	6	264.72	0.44	214.52	107.26
26	1	227.49	0.14	222.84	111.42
	2	175.71	0.39	148.39	74.19
	3	168.36	0.40	141.98	70.99
	4	178.32	0.44	144.48	72.24
27	1	207.58	0.47	161.86	80.93
	2	156.50	0.28	144.41	72.20
	3	217.63	0.47	169.48	84.74
	4	203.64	0.33	182.02	91.01
	5	212.75	0.32	191.49	95.75
	6	165.69	0.21	158.59	79.29
	7	192.35	0.46	152.41	76.20
	8	213.53	0.40	178.51	89.26
	9	190.86	0.41	158.04	79.02
	10	190.85	0.49	144.40	72.20
	11	160.65	0.49	121.46	60.73
	12	230.34	0.39	195.44	97.72
	13	155.37	0.29	142.55	71.28
28	1	282.09	0.28	260.57	130.29
	2	232.18	0.31	209.34	104.67
	3	235.91	0.31	212.64	106.32
	4	205.45	0.36	178.40	89.20
	5	217.24	0.44	175.91	87.95
	6	220.03	0.36	190.96	95.48
	7	300.70	0.30	274.18	137.09
	8	206.12	0.46	162.45	81.22
	9	221.81	0.49	169.04	84.52
	10	272.05	0.47	211.87	105.94
	11	269.09	0.30	244.76	122.38
29	1	121.76	0.40	102.65	51.32
	2	141.58	0.45	113.17	56.59
	3	123.67	0.21	118.06	59.03
	4	125.65	0.27	116.26	58.13

Código del árbol	Código del coco	Peso seco (gramos)	Contenido de humedad	Biomasa (gramos)	Carbono fijado (gr/coco)
	5	121.05	0.22	115.05	57.52
	6	120.66	0.33	107.83	53.92
	7	84.80	0.24	79.99	39.99
	8	65.30	0.38	55.96	27.98
	9	103.31	0.36	90.28	45.14
	10	118.94	0.34	105.45	52.72
	11	111.77	0.30	101.89	50.95
30	1	119.97	0.42	99.11	49.55
	2	123.59	0.38	106.16	53.08
	3	129.86	0.46	102.01	51.00
	4	122.09	0.35	107.01	53.50
	5	132.27	0.51	97.59	48.79
	6	177.35	0.35	155.22	77.61
31	1	148.02	0.35	129.77	64.88
	2	91.56	0.31	82.73	41.36
	3	141.49	0.80	50.43	25.21
	4	122.95	0.30	111.79	55.89
	5	117.90	0.40	99.08	49.54
	6	123.02	0.32	110.67	55.33
	7	141.44	0.56	97.81	48.90
	8	107.56	0.44	86.64	43.32
	9	130.60	0.30	118.71	59.36
	10	110.21	0.45	87.72	43.86
	11	111.94	0.21	107.19	53.59
	12	126.18	0.43	103.22	51.61
	13	96.06	0.25	90.09	45.05
32	1	126.10	0.59	82.79	41.40
	2	138.74	0.48	107.10	53.55
	3	92.37	0.32	82.87	41.43
	4	93.97	0.28	86.76	43.38
	5	138.62	0.46	108.72	54.36
	6	120.05	0.50	90.11	45.06
	7	127.20	0.41	106.11	53.05
	8	169.08	0.42	139.33	69.67
	9	113.12	0.59	73.58	36.79
	10	130.51	0.53	93.51	46.76
	11	148.67	0.35	130.95	65.47
	12	170.81	0.23	161.82	80.91
	13	105.79	0.32	94.73	47.36
33	1	171.67	0.40	144.47	72.24

Código del árbol	Código del coco	Peso seco (gramos)	Contenido de humedad	Biomasa (gramos)	Carbono fijado (gr/coco)
	2	145.48	0.34	128.62	64.31
	3	192.89	0.45	153.55	76.78
	4	124.45	0.59	80.98	40.49
	5	174.82	0.32	157.40	78.70
	6	129.06	0.43	104.81	52.41
	7	166.92	0.23	158.23	79.12
	8	142.92	0.39	121.69	60.85
	9	120.02	0.33	106.70	53.35
	10	135.04	0.48	103.79	51.90
	11	175.39	0.48	134.57	67.29
	12	155.82	0.48	120.51	60.25
	13	183.03	0.38	157.04	78.52
	34	1	168.61	0.30	152.95
2		115.14	0.43	93.55	46.77
3		161.69	0.50	121.80	60.90
4		154.46	0.49	117.52	58.76
5		117.39	0.38	100.44	50.22
6		185.73	0.40	156.03	78.02
7		151.22	0.63	91.81	45.91
8		173.60	0.57	117.82	58.91
9		176.63	0.47	137.28	68.64
10		177.39	0.52	129.04	64.52
35	1	162.19	0.48	124.86	62.43
	2	142.10	0.55	99.39	49.70
	3	146.35	0.50	109.29	54.64
	4	154.65	0.55	107.55	53.77
	5	167.16	0.41	139.63	69.81
	6	206.17	0.16	200.62	100.31
	7	159.55	0.47	123.87	61.94
	8	130.83	0.51	97.36	48.68
36	1	173.00	0.50	129.25	64.62
	2	137.08	0.39	116.65	58.33
	3	312.52	0.50	233.17	116.58
	4	217.77	0.52	159.93	79.97
	5	258.00	0.53	185.25	92.63
	6	248.52	0.61	156.19	78.09
	7	243.71	0.48	188.22	94.11
	8	269.96	0.48	207.32	103.66
	9	254.77	0.41	211.31	105.65
	10	221.14	0.54	157.25	78.63
	11	204.32	0.37	176.29	88.14

Código del árbol	Código del coco	Peso seco (gramos)	Contenido de humedad	Biomasa (gramos)	Carbono fijado (gr/coco)
	12	231.02	0.32	207.33	103.66
	13	268.07	0.66	151.29	75.65
37	1	126.81	0.57	85.71	42.86
	2	120.13	0.25	112.70	56.35
	3	123.17	0.46	96.95	48.47
	4	115.19	0.48	89.11	44.56
	5	144.22	0.41	120.26	60.13
	6	125.09	0.52	91.41	45.70
	7	121.06	0.56	82.93	41.47
	8	109.33	0.55	75.66	37.83
	9	154.30	0.36	134.19	67.10
	10	176.51	0.52	129.09	64.54
	11	100.96	0.41	84.28	42.14
	12	120.00	0.43	97.47	48.73
	13	149.50	0.35	131.06	65.53
	14	137.30	0.46	107.75	53.87
38	1	229.07	0.31	207.11	103.55
	2	174.87	0.26	163.22	81.61
	3	179.20	0.37	155.04	77.52
	4	162.67	0.26	151.65	75.83
	5	211.29	0.37	181.97	90.98
	6	156.96	0.56	107.58	53.79
	7	150.35	0.60	96.89	48.45
	8	133.74	0.48	102.86	51.43
	9	171.99	0.34	152.42	76.21
	10	143.12	0.38	122.08	61.04
	11	146.41	0.23	138.70	69.35
39	1	136.64	0.50	102.44	51.22
	2	119.79	0.50	89.53	44.76
	3	170.92	0.43	138.81	69.41
	4	176.55	0.37	152.29	76.14
	5	118.01	0.53	85.45	42.72
	6	127.95	0.56	88.50	44.25
	7	155.28	0.56	106.85	53.42
	8	134.58	0.49	101.80	50.90
	9	155.95	0.67	86.53	43.26
	10	123.35	0.62	75.72	37.86
	11	145.71	0.58	96.95	48.48
	12	158.89	0.51	117.49	58.74
	13	126.93	0.34	112.32	56.16

Fuente: Elaboración propia

ANEXO II

FORMATOS

Formato A (campo)

Lugar

Especie: Fecha:

Evaluador

Numero del árbol: Código del árbol: DAP:

Colecta

Cantidad total de cocos

Cantidad de muestras de cocos

Código del coco	Peso húmedo de los cocos (gramos)	Espesor de la corteza del coco	Diámetro del coco	Forma del coco

Formato B (gabinete)

Lugar	
-------	--

Especie:	Fecha:
----------	--------

Evaluador	
-----------	--

Numero del árbol:	Código del árbol:	DAP:
-------------------	-------------------	------

Cantidad total de cocos	
-------------------------	--

Cantidad de muestras de cocos	
-------------------------------	--

Código del coco	Peso seco de los cocos (gramos)	Contenido de Humedad (%)	Biomasa(gramos)	Carbono fijado (gr/coco)

ANEXO III

FOTOGRAFÍAS

Fotografías (campo)

**Foto N° 01. Registrando las coordenadas de los árboles de castaña
(Tamaño de muestras = 39)**



Foto N° 02. Registrando la circunferencia del árbol de castaña

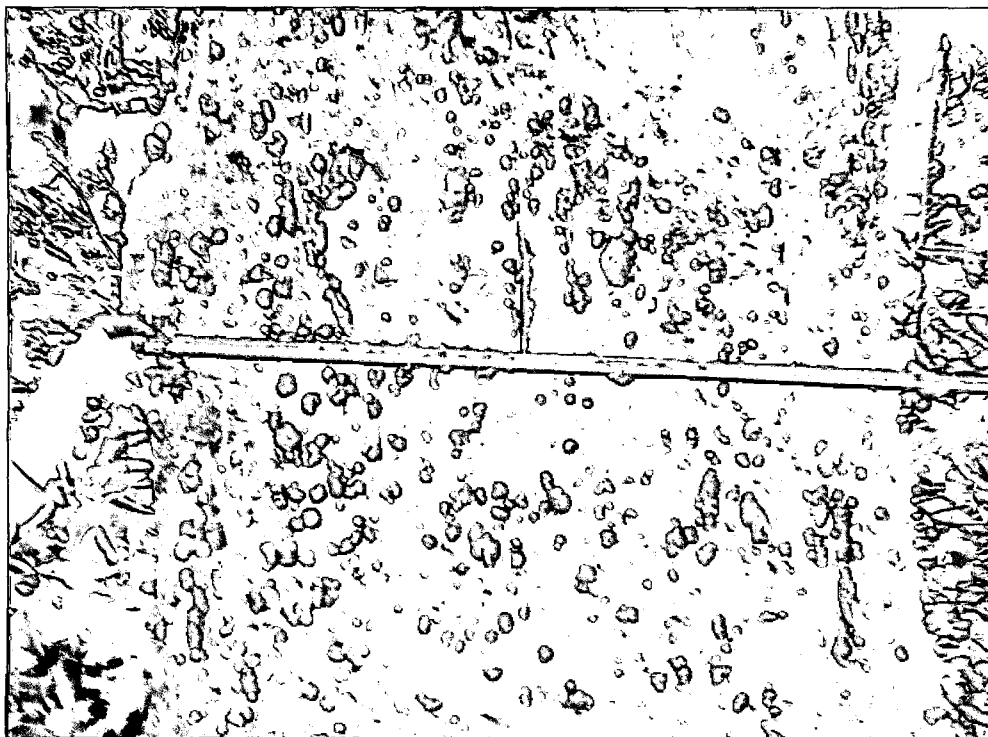


Foto N° 03. Recolectando los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*)



Foto N° 04. Recolectando los cocos de castaña (*Bertholletia excelsa*)



Foto N° 05. Codificando los cocos muestreados por árbol y tomando los datos morfométricos.



Foto N° 06. Registrando el peso seco de las muestras de coco de castaña



Foto N° 07. Registrando el peso seco de las muestras de coco de castaña



Fotografías (gabinete)

Foto N° 01. Colocando las muestras de cocos de castaña para el respectivo secado



Foto N° 02. Secando las muestras de cocos de castaña

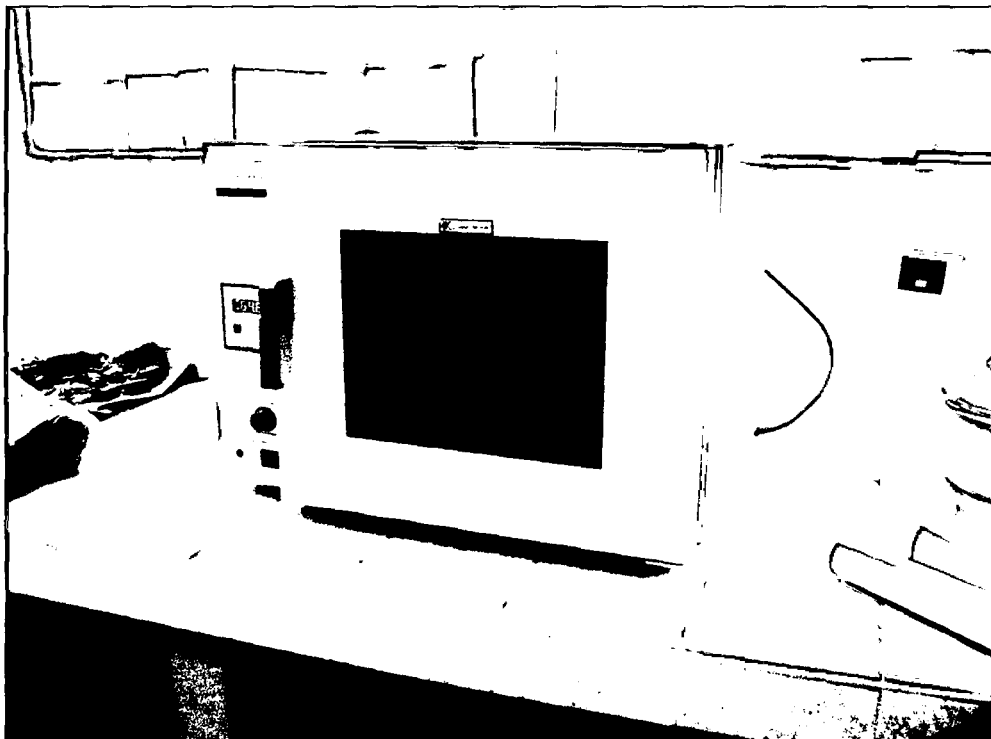


Foto N° 03. Registrando el peso seco de los cocos de castaña

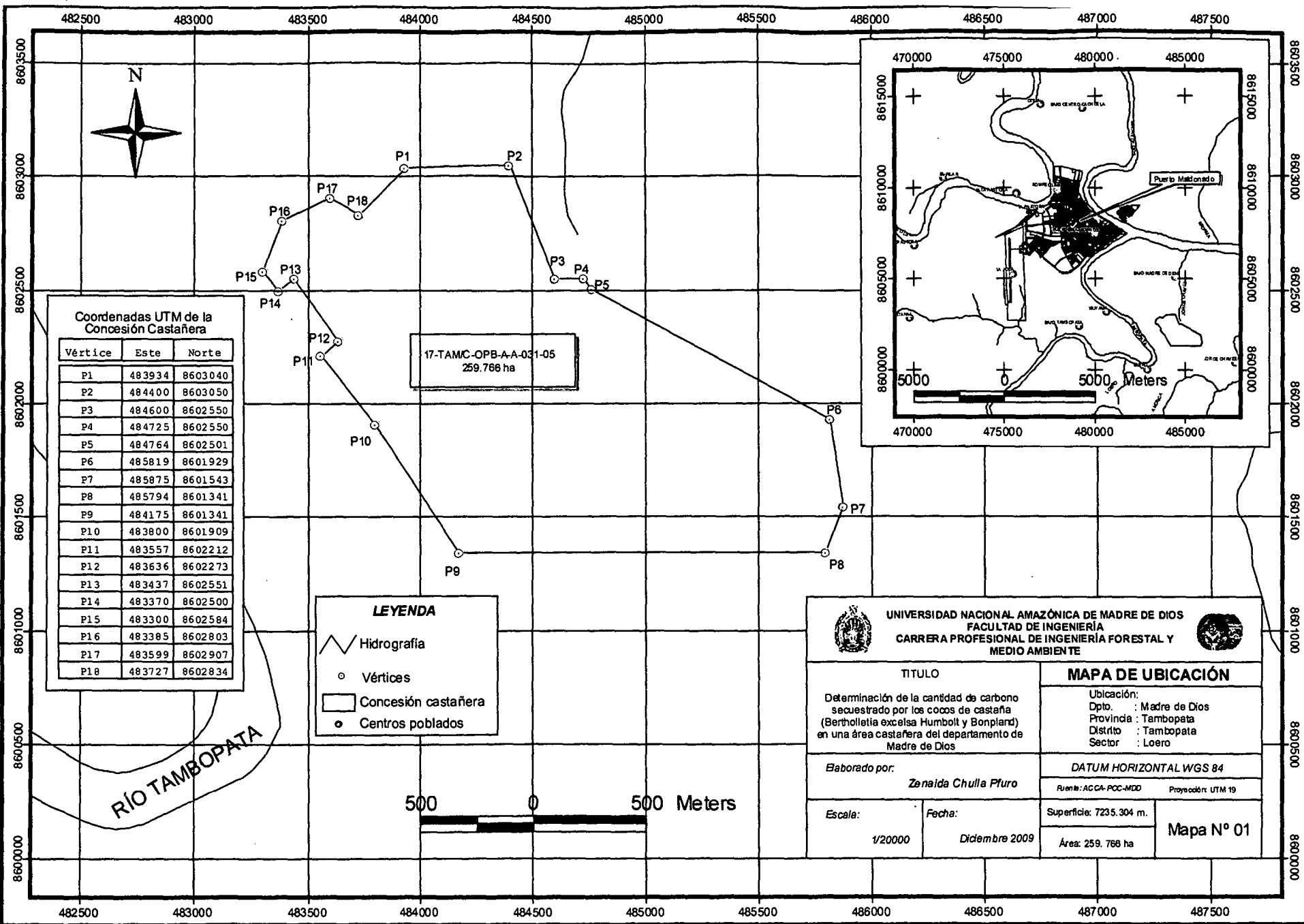


Foto N° 04. Determinando la cantidad de carbono en los cocos de castaña



ANEXO IV

MAPAS

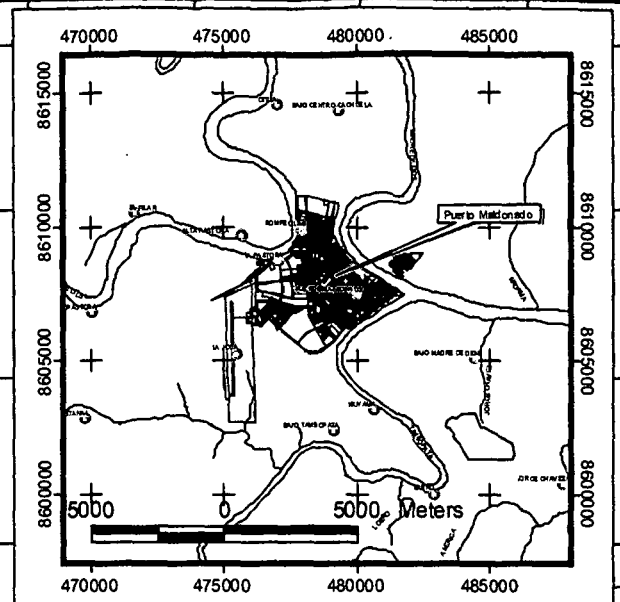


Coordenadas UTM de la Concesión Castañera

Vértice	Este	Norte
P1	483934	8603040
P2	484400	8603050
P3	484600	8602550
P4	484725	8602550
P5	484764	8602501
P6	485819	8601929
P7	485875	8601543
P8	485794	8601341
P9	484175	8601341
P10	483800	8601909
P11	483557	8602212
P12	483636	8602273
P13	483437	8602551
P14	483370	8602500
P15	483300	8602584
P16	483385	8602803
P17	483599	8602907
P18	483727	8602834

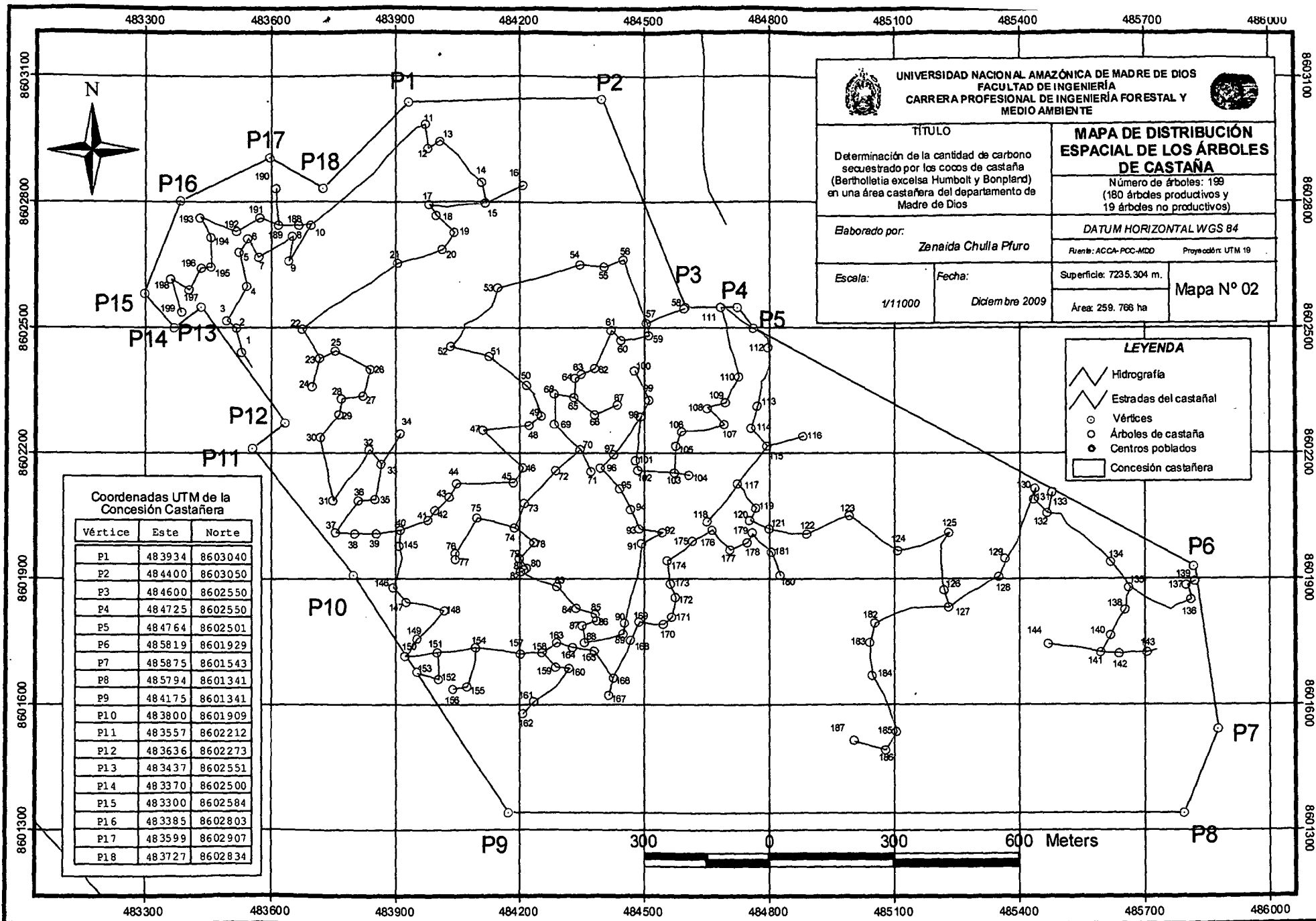
LEYENDA

- Hidrografía
- Vértices
- Concesión castañera
- Centros poblados



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE

TITULO		MAPA DE UBICACIÓN	
Determinación de la cantidad de carbono secuestrado por los cocos de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humbolt y Bonpland) en una área castañera del departamento de Madre de Dios		Ubicación: Dpto. : Madre de Dios Provincia : Tambopata Distrito : Tambopata Sector : Loero	
Elaborado por: <i>Zenaida Chulla Pifuro</i>		DATUM HORIZONTAL WGS 84 Fuente: AC CA-POC-MDD Proyección: UTM 19	
Escala: 1/20000	Fecha: Diciembre 2009	Superficie: 7235,304 m. Área: 259,786 ha	Mapa N° 01



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
 MEDIO AMBIENTE



TÍTULO
 Determinación de la cantidad de carbono
 secuestrado por los cocos de castaña
 (Bertholletia excelsa Humbolt y Bonpland)
 en una área castañera del departamento de
 Madre de Dios

MAPA DE DISTRIBUCIÓN
 ESPACIAL DE LOS ÁRBOLES
 DE CASTAÑA

Número de árboles: 199
 (180 árboles productivos y
 19 árboles no productivos)

Elaborado por:
 Zenaída Chulla Pfuero

DATUM HORIZONTAL WGS 84
 Fuente: ACCA-PCC-MDD Proyección: UTM 19

Escala:
 1/11000

Fecha:
 Diciembre 2009

Superficie: 7235.304 m.
 Área: 259.766 ha

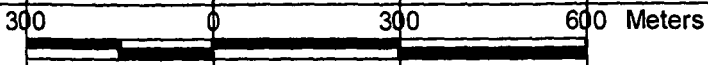
Mapa N° 02

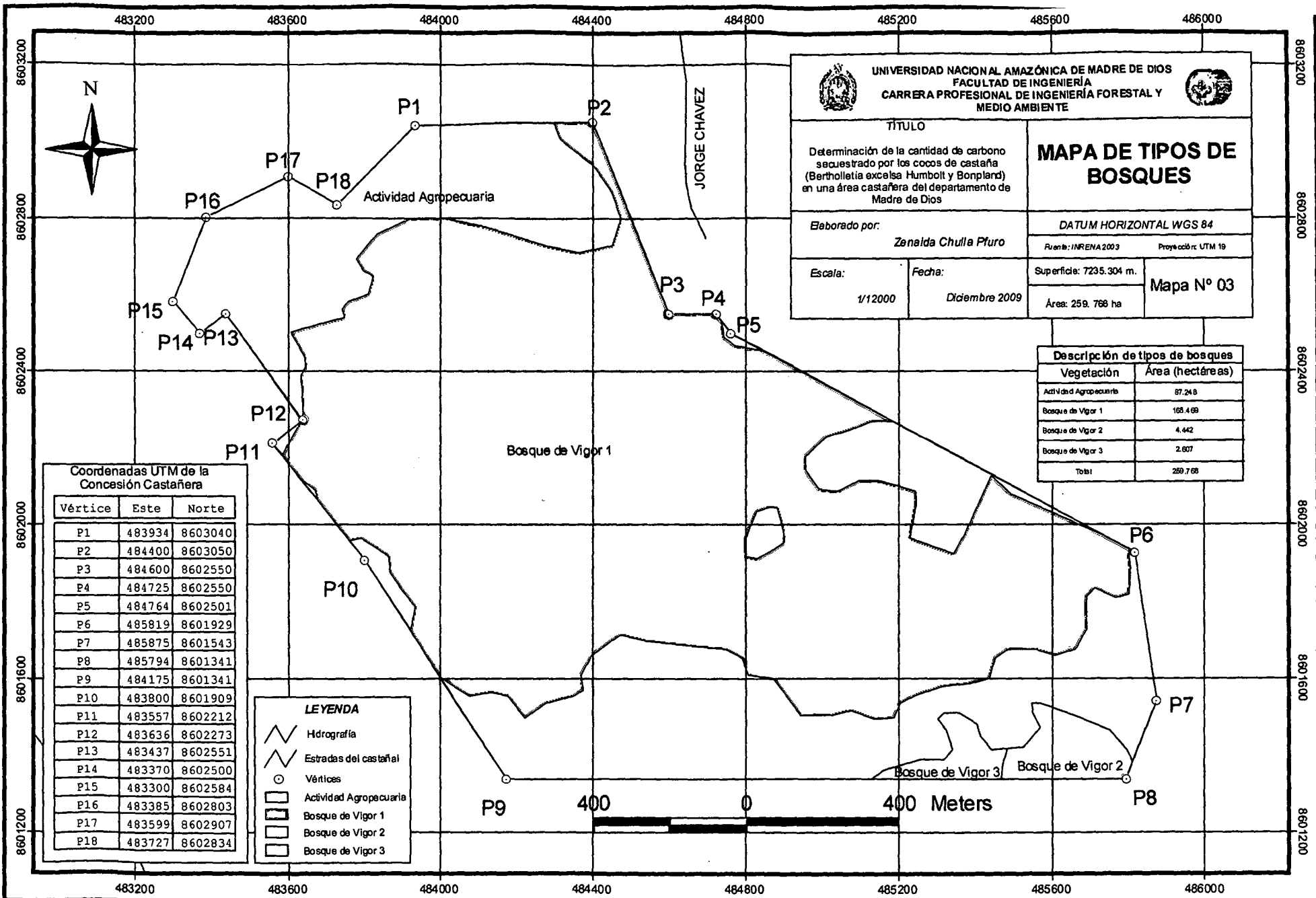
LEYENDA

- Hidrografía
- Estradas del castañal
- Vértices
- Árboles de castaña
- Centros poblados
- Concesión castañera

**Coordenadas UTM de la
 Concesión Castañera**

Vértice	Este	Norte
P1	48 39 34	86 03 04
P2	48 44 00	86 03 50
P3	48 46 00	86 02 55
P4	48 47 25	86 02 55
P5	48 47 64	86 02 50
P6	48 58 19	86 01 92
P7	48 58 75	86 01 54
P8	48 57 94	86 01 34
P9	48 41 75	86 01 34
P10	48 38 00	86 01 90
P11	48 35 57	86 02 21
P12	48 36 36	86 02 27
P13	48 34 37	86 02 55
P14	48 33 70	86 02 50
P15	48 33 00	86 02 58
P16	48 33 85	86 02 80
P17	48 35 99	86 02 90
P18	48 37 27	86 02 83





UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
 MEDIO AMBIENTE



TÍTULO

Determinación de la cantidad de carbono
 secuestrado por los cocos de castaña
 (Bertholletia excelsa Humbolt y Bonpland)
 en una área castañera del departamento de
 Madre de Dios

MAPA DE TIPOS DE
 BOSQUES

Elaborado por:

Zenaida Chulla Pfluro

DATUM HORIZONTAL WGS 84

Proyección: INRENA 2003

Proyección: UTM 19

Escala:

1/12000

Fecha:

Diciembre 2009

Superficie: 7235.304 m.

Área: 259.768 ha

Mapa N° 03

Descripción de tipos de bosques

Vegetación	Área (hectáreas)
Actividad Agropecuaria	87,248
Bosque de Vigor 1	168,468
Bosque de Vigor 2	4,442
Bosque de Vigor 3	2,607
Total	259,768

Coordenadas UTM de la
 Concesión Castañera

Vértice	Este	Norte
P1	483934	8603040
P2	484400	8603050
P3	484600	8602550
P4	484725	8602550
P5	484764	8602501
P6	485819	8601929
P7	485875	8601543
P8	485794	8601341
P9	484175	8601341
P10	483800	8601909
P11	483557	8602212
P12	483636	8602273
P13	483437	8602551
P14	483370	8602500
P15	483300	8602584
P16	483385	8602803
P17	483599	8602907
P18	483727	8602834

LEYENDA

- Hidrografía
- Estradas del castañal
- Vértices
- Actividad Agropecuaria
- Bosque de Vigor 1
- Bosque de Vigor 2
- Bosque de Vigor 3

400 0 400 Meters



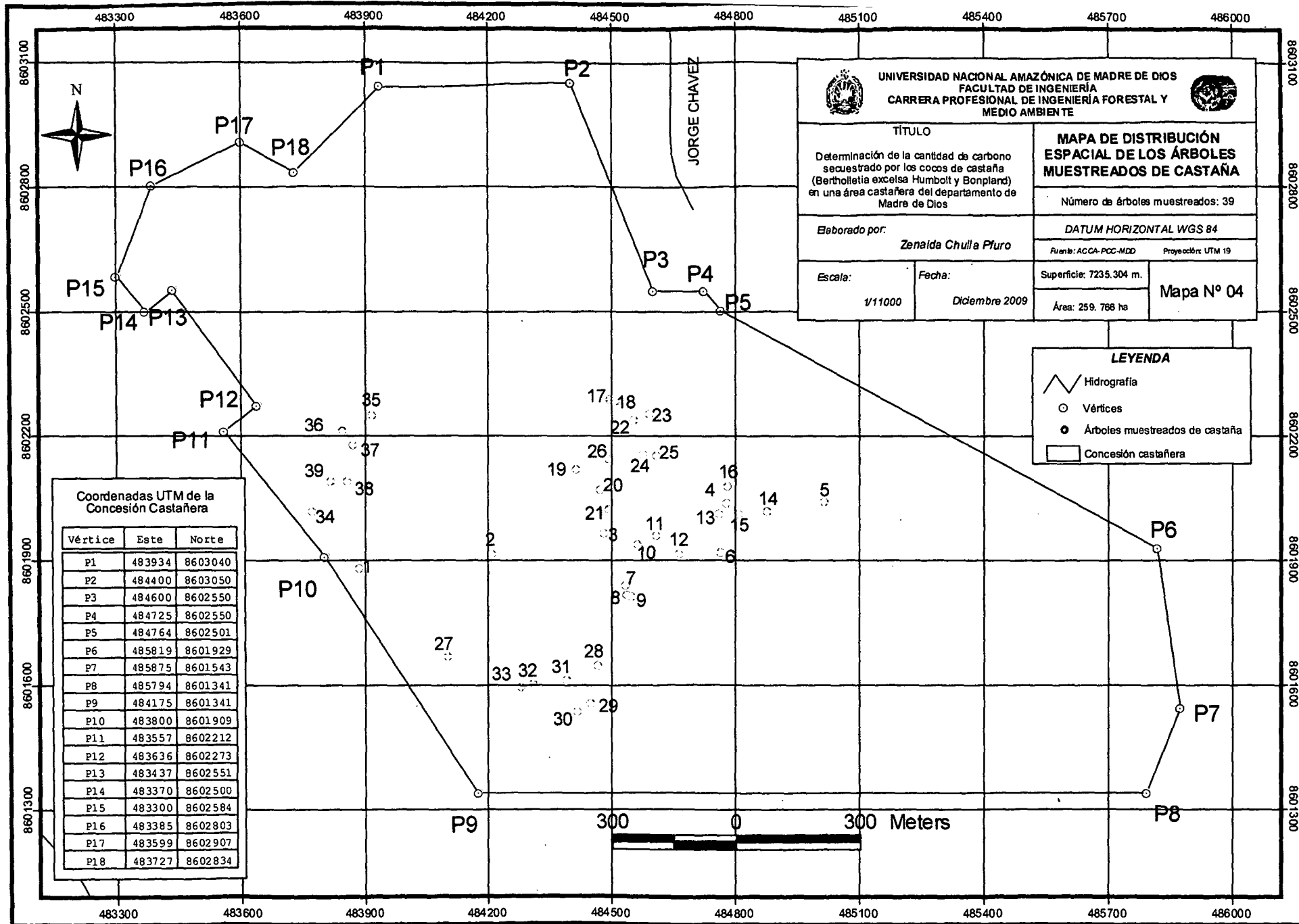
JORGE CHAVEZ



Actividad Agropecuaria

Bosque de Vigor 1





Bosque de Vigor 3

Bosque de Vigor 2



 UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE			
TÍTULO		MAPA DE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS ÁRBOLES MUESTREADOS DE CASTAÑA	
Determinación de la cantidad de carbono secuestrado por los cocos de castaña (<i>Bertholletia excelsa</i> Humbolt y Bonpland) en una área castañera del departamento de Madre de Dios		Número de árboles muestreados: 39	
Elaborado por: Zenaida Chulla Piufo		DATUM HORIZONTAL WGS 84	
		Fuente: ACCA-PCC-MDD Proyección: UTM 19	
Escala: 1/11000	Fecha: Diciembre 2009	Superficie: 7235.304 m. Área: 259.766 ha	Mapa N° 04

LEYENDA

-  Hidrografía
-  Vértices
-  Árboles muestreados de castaña
-  Concesión castañera

Coordenadas UTM de la Concesión Castañera

Vértice	Este	Norte
P1	483934	8603040
P2	484400	8603050
P3	484600	8602550
P4	484725	8602550
P5	484764	8602501
P6	485819	8601929
P7	485875	8601543
P8	485794	8601341
P9	484175	8601341
P10	483800	8601909
P11	483557	8602212
P12	483636	8602273
P13	483437	8602551
P14	483370	8602500
P15	483300	8602584
P16	483385	8602803
P17	483599	8602907
P18	483727	8602834

