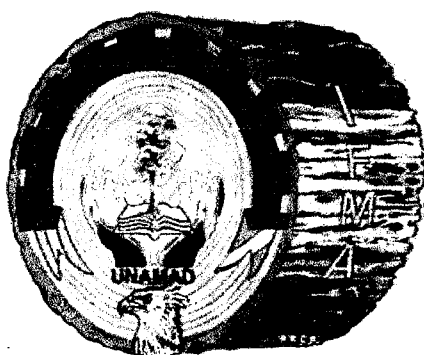


**Madre de Dios capital de la Biodiversidad**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE DE DIOS**



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

**TÍTULO**

**DETERMINACIÓN DEL STOCK DE CARBONO EN LA BIOMASA AÉREA Y  
NECROMASA EN DIFERENTES TIPOS DE VEGETACIÓN EN LA  
COMUNIDAD DE PUERTO ARTURO, DISTRITO TAMBOPATA, MADRE DE  
DIOS – PERÚ**

**Bach. Jorge Martin Pillaca Ortiz**

**Bach. Bella Luz Florez Cutipa**

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

**PUERTO MALDONADO - MADRE DE DIOS-PERÚ**

**2014**

**ACTA DE SUSTENTACION PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**

En la ciudad de Puerto Maldonado, siendo las diez horas con veinte minutos del día veintitrés de diciembre del año dos mil catorce, en las instalaciones del Anfiteatro N° 01 de la UNAMAD, dando cumplimiento a la Resolución de Decanatura N° 344 - 2014 - UNAMAD - DFI, de fecha dieciocho de diciembre del 2014, se reunieron los miembros del jurado integrado por los siguientes docentes:

<b>ING. SAUL MANRIQUE LEON.</b>	<b>(Presidente)</b>
<b>ING. TELESFORO VASQUEZ ZAVALETA</b>	<b>(Secretario)</b>
<b>BLGO. RUTH FRISANCHO VARGAS</b>	<b>(Vocal)</b>

Con la finalidad de evaluar el Trabajo Profesional titulado **“Determinación del stock de carbono en la biomasa aérea y necromasa en diferentes tipos de vegetación en la comunidad de Puerto Arturo, distrito Tambopata - Madre de Dios.** Presentado por los Bachilleres: **Srta. Florez Cutipa Bella Luz y el Sr. Pillaca Ortiz, Jorge Martin.** Acto seguido de la exposición del trabajo de investigación por parte de los sustentantes, el jurado procede al cuestionamiento de la misma y por otra parte los sustentantes responden a las mismas en defensa del trabajo de investigación. A continuación seguido, el Jurado procedió a la deliberación en base a una discusión de forma reservada y libremente, declarando el trabajo expuesto con el calificativo de **Muy bueno** y la nota de **17**. Previo a esto los graduandos deberán realizar el levantamiento a las observaciones realizadas por el jurado Ad hoc que se les alcanza para su corrección.

En fe de lo cual firmamos la presente acta, siendo las doce horas con cero minutos del veintitrés de diciembre del dos mil catorce, se dio por culminada el presente acto de sustentación.

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Saul J. Manrique León  
PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Telesforo Vásquez Zavaleta  
SECRETARIO

  
\_\_\_\_\_  
Blga. Ruth Frisancho Vargas  
VOCAL



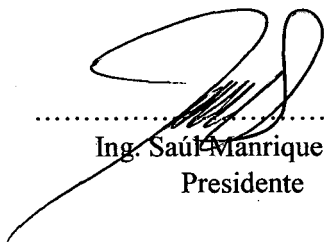
Los que suscriben miembros del Jurado del acto de sustentación para optar el grado de Ingeniero forestal y Medio Ambiente de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.

HACEN CONSTAR: que los Bachilleres **Jorge Martin Pillaca Ortiz** con DNI: N° 44572669 y **Bella Luz Florez Cutipa** con DNI: N° 45565063. Han realizado el levantamiento de observaciones que se suscribió en el acta de sustentación para Optar el grado de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente de fecha 23 de Diciembre de 2014, y por medio de la presente los miembros del jurado, ordenan que **proceda con el encuadernado** del proyecto de Tesis Intitulado "***Determinación del Stock de Carbono en La Biomasa Aérea y Necromasa en Diferentes Tipos de Vegetación en la Comunidad de Puerto Arturo, Distrito Tambopata, Madre De Dios – Perú***". Para lo cual otorgan su visto bueno en función al artículo N° 54 del Reglamento de grados y títulos y en señal de conformidad firman la presente constancia.

Se expide la presente para los fines que el interesado estime conveniente.

Puerto Maldonado 20 de julio de 2015

Atentamente:

  
.....  
Ing. Saúl Manrique León  
Presidente

  
.....  
Ing. Msc. Telesforo Vásquez Zavaleta  
Secretario

  
.....  
Blga. Ruth Frisancho Vargas  
Vocal

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a...*

*Dios (SER TODOPODEROSO)*

*Por guiarme en cada paso, por darme fortaleza y perseverancia, por su bondad de brindarme salud, en todo momento y por bendecirme con el regalo más valioso... la familia.*

*Mi querida mamá (ANGELICA ORTIZ DE PILLACA)*

*El amor más grande de mi vida, mi mayor inspiración y mi fuerza para seguir el sendero de la superación... Por su constancia, por su comprensión, por sus grandes sacrificios, por creer en mí, por permitirme cumplir el primero de mis más grandes sueños...*

*Mi querido papá (MARIANO PILLACA HUAMAN)*

*Por su constancia, por sus enseñanzas, por apoyarme siempre enseñándome desde niño a caminar en el bosque, porque nunca dejaste de creer en mí...*

*Mis hermanos (Rosalía, Reynaldo, Susana, Alber, Fernando, Romell, Jony, Javier, José Mario)*

*Por su apoyo incondicional... por su gran afecto, por alentarme a seguir siempre adelante...*

*A todos mis compañeros de la UNAMAD por permitirme compartir los mejores momentos de mi vida en su compañía y en especial a mis amigos que de alguna u otra manera me apoyaron en cada momento de mi formación profesional...*

*JORGE MARTIN*

## AGRADECIMIENTOS

*Este trabajo se realizó gracias al financiamiento del Consorcio Madre de Dios, en el marco de la Iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina (ICAA) de USAID, que busca contribuir con la consolidación de la gestión ambiental en Madre de Dios a través la cooperación entre universidades, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Así, promueve la investigación, el fortalecimiento de capacidades y compromisos para el desarrollo de políticas públicas que favorezcan la conservación y el manejo sostenible de los recursos naturales. Al Gerente Ing. Bruno Sanguinetti, Al Coordinador en UNAMAD Ing. Msc Gabriel Alarcón Aguirre y a todas las personas comprometidas con el consorcio MDD – UNAMAD, Ing, Mishari García, Nemin Bejar, Jhon Farfán, Wendy Cueva, Liseth Vásquez, Claudia Midolo, por su colaboración en aspectos logísticos y administrativos.*

*A la comunidad Nativa Puerto Arturo y a todos los comuneros en especial a la junta directiva por haber permitido realizar esta investigación en toda el área de la comunidad brindando todas la facilidades y a la Sra. Irene Anaya y el Sr, Nicolás por su hospitalidad y buena atención durante nuestra estancia.*

*A mi Alma Mater, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios y a los docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Medio Ambiente, por darme una formación profesional y albergarme durante la que ha sido la mejor etapa de mi vida.*

*Quiero agradecer especialmente al Ing. Msc. Gabriel Alarcón Aguirre, Blgo. Germán Correa Núñez, Dr. Percy A. Zevallos y al Dr. Francisco Román por la orientación, disposición, revisión y valiosos aportes en el desarrollo de este trabajo.*

*De manera especial al equipo técnico: Daniel Ramírez Balarezo, Angel Balarezo, Juan José Yucra Salas, Daniel Chávez Mamani y Hideki Kohagura Arrunategui por el apoyo en la fase de campo de esta investigación, sinceramente muchas gracias.*

*Al Responsable del Laboratorio Ambiental Regional, Quim. Liset Rodríguez Achata y a Linda Mayra Malatesta Siani, por las facilidades del uso y manejo de equipos para el secado de muestras herbáceas.*

*A mis apreciados amigos: Daniel Ramírez, Edwin Hanco, Hideki Kohagura, Nadia Leslye, Juan José Yucra, Mamani, Karol Paredes, Erika Sajami, José Luis Mamani, Andrea Aucahuasi, Analí Escalante entre otros por compartir y disfrutar momentos agradables en toda mi vida universitaria. ¡Muchas Gracias!*

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	4
FORMULACION DE LA HIPOTESIS	5
VARIABLES	6
Variable independiente: Biometría	6
Variable dependiente: cantidad de carbono	7
CAPITULO I	8
MARCO TEÓRICO	8
1.1. Antecedentes	8
1.1.1. Antecedentes a nivel internacional	8
1.1.2. Antecedentes a nivel nacional	15
1.1.3. Antecedentes a nivel regional	18
1.2. Conceptos fundamentales	23
1.3. Revisión bibliográfica	25
1.3.1. El cambio climático, antecedentes e importancia	25
1.3.2. Carbono	26
1.3.2.1. El ciclo del carbono	27
1.3.3. El papel de los ecosistemas de bosques en el cambio climático	28
1.3.3.1. Depósitos o reservorios de carbono	29
1.3.3.2. Biomasa en ecosistemas tropicales.	30
1.3.4. Métodos de estimación de biomasa	32
1.3.4.1. Alometría	33
1.3.5. Importancia de la Necromasa en los Ecosistemas Tropicales	33
1.3.6. Bosques del Perú	34
1.3.6.1. Bosques de Selva Baja	35

1.3.7. Captura de Carbono Como Servicio Ambiental _____	35
<b>CAPITULO II _____</b>	<b>38</b>
<b>MATERIALES Y METODOS _____</b>	<b>38</b>
2.1. Descripción del Área de Estudio _____	38
2.1.2.3. Tipos de Vegetación _____	41
2.1.2.3.1. Bosques semicaducifolios densos en planicies (Bsd-p) _____	41
2.1.2.3.2. Complejo de chacras y purmas (Cpc) _____	42
2.1.2.3.3. _____ Comunidades pantanosas de palmeras Mauritia flexuosa o aguajales (Cpal-M) _____	43
2.1.2.3.4. Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas (Cs-Ab) _____	44
2.1.2.3.5. Comunidades pantanosas arbóreas (renacales y palmerales) (Cp-ar) _____	44
2.2. Materiales, equipos y herramientas _____	45
2.3. Metodología _____	46
2.4. Tipo de Investigación o Método _____	46
2.5. Estadística Empleada _____	47
2.5.1.1. Población _____	47
2.5.1.2. Muestra _____	47
2.6. Técnicas de análisis de datos _____	47
2.6.1. Ecuaciones empleadas para determinar el número de muestras en el área total y las muestras para cada estrato. _____	48
2.6.2. Tamaño, Forma y Diseño de la parcela para en inventario de biomasa _____	50
2.6.2.1. Tamaño de la parcela _____	50
2.6.2.2. Forma de la parcela _____	50
2.6.2.3. Diseño de la parcela _____	51
2.6.3. Fase de Inventario _____	51
2.6.3.1. Instalación de parcelas _____	51
2.6.3.2. Información a registrar _____	52
2.6.4. Tamaño, Forma y Diseño de la parcela para en inventario de necromasa. _____	53

2.6.4.1. Reservorio madera muerta de pie. _____	53
2.6.4.1.1. Información registrada _____	54
2.6.4.2. Reservorio madera muerta caída. _____	54
2.6.4.2.1. Información registrada _____	55
2.6.4.2.2. Medición de la densidad de madera muerta _____	56
2.6.4.3. Reservorio capa de hojarasca. _____	57
2.6.4.3.1. Información registrada _____	58
2.6.5. Fase de Laboratorio _____	58
2.6.6. Fase de Análisis _____	60
2.6.6.1. Cálculos en biomasa Arboles vivos y brinzales _____	60
2.6.6.2. Cálculos en necromasa (Hojarasca, madera muerta caída y madera muerta en pie) _____	62
2.6.7. Factor de escalación _____	63
CAPITULO III _____	64
RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	64
3.1. Biomasa, Necromasa, stock de Carbono y Carbono equivalente almacenado por parcelas por tipo de vegetación. _____	64
3.1.1. Bosques semicaducifolios densos en planicies (Bsd-p) _____	65
3.1.1.1. Biomasa por clases diamétricas (<5, 5 - <20, 20 - 50 y >50 Dap) _____	65
3.1.1.1.1. Análisis estadístico _____	66
3.1.1.2. Necromasa por tipo de reservorio (hojarasca, madera muerta caída y madera muerta en pie) _____	67
3.1.1.2.1. Análisis estadístico _____	68
3.1.1.3. Biomasa y Necromasa por parcelas _____	69
3.1.1.4. Stock de Carbono en Biomasa y Necromasa _____	70
3.1.2. Complejo de chacras y purmas (Cpc-B) _____	71
3.1.2.1. Biomasa por clases diamétricas (<5, 5 - <20, 20 - 50 y >50 Dap) _____	72
3.1.2.1.1. Análisis estadístico _____	73



3.1.2.2. Necromasa por tipo de reservorio (hojarasca, madera muerta caída y madera muerta en pie)	74
3.1.2.2.1. Análisis estadístico	75
3.1.2.3. Biomasa y Necromasa por parcelas	76
3.1.2.4. Stock de Carbono en Biomasa y Necromasa	77
3.1.3. Complejo de chacras y purmas (Cpc-A)	78
3.1.3.1. Biomasa por clases diamétricas (<5, 5 - <20, 20 - 50 y >50 Dap)	79
3.1.3.1.1. Análisis estadístico	80
3.1.3.2. Necromasa por tipo de reservorio (hojarasca, madera muerta caída y madera muerta en pie)	81
3.1.3.2.1. Análisis estadístico	82
3.1.3.3. Biomasa y Necromasa por parcelas	83
3.1.3.4. Stock de Carbono en Biomasa y Necromasa	84
3.1.4. Comunidades pantanosas de palmeras <i>Mauritia flexuosa</i> o aguajales (Cpal-M)	86
3.1.4.1. Biomasa por clases diamétricas (5 - <20, 20 - 50 y >50 Dap)	86
3.1.4.1.1. Análisis estadístico	87
3.1.4.2. Biomasa por parcelas	88
3.1.4.3. Stock de Carbono en Biomasa.	89
3.1.5. Comunidades pantanosas arbóreas (renacales y palmerales) (Cp-ar) y Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas (Cs-Ab).	90
3.1.5.1. Biomasa por clases diamétricas (<5, 5 - <20, 20 - 50 y >50 Dap)	90
3.1.5.1.1. Análisis estadístico	93
3.1.5.2. Necromasa por tipo de reservorio (hojarasca, madera muerta caída y madera muerta en pie)	94
3.1.5.2.1. Análisis estadístico	96
3.1.5.3. Biomasa y Necromasa por parcelas	96
3.1.5.4. Stock de Carbono en Biomasa y Necromasa	98

3.1.6. Consolidado de Carbono en biomasa, necromasa, carbono total y carbono equivalente almacenado en la vegetación mixta de la comunidad nativa Puerto Arturo.	100
3.1.6.1. Carbono total en biomasa de todas las formaciones vegetales	100
3.1.6.2. Carbono total en necromasa de todas las formaciones vegetales	101
3.1.6.3. Carbono total almacenado en las formaciones vegetales de la comunidad nativa Puerto Arturo	103
3.1.6.4. Carbono equivalente total almacenado en las formaciones vegetales de la comunidad nativa Puerto Arturo	105
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES	108
BIBLIOGRAFÍA	109
ANEXOS	123

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de depósitos de carbono.....	29
Cuadro 2. Coordenadas geográficas de la Comunidad Nativa.....	39
Cuadro 3. Estadísticos empleados para el cálculo de parcelas de muestreo.....	49
Cuadro 4. Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa .....	59
Cuadro 5. Tukey 95% para estimar diferencias por clases diamétricas en (Bsd-p)...	67
Cuadro 6. Tukey 95% para estimar diferencias por tipo de reservorio en (Bsd-p).....	68
Cuadro 7. Tukey 95% para estimar diferencias por clase diamétrica en (Cpc-B).....	74
Cuadro 8. Tukey 95% para estimar diferencias por tipo de reservorio en (Cpc-B)... ..	76
Cuadro 9. Tukey 95% para estimar diferencias por clase diamétrica en (Cpc-A).....	81
Cuadro 10. Tukey 95% para estimar diferencias por tipo de reservorio en (Cpc-A) ...	83
Cuadro 11. Tukey 95% para estimar diferencias por clase diamétrica en (Cpal-M) ...	88
Cuadro 12. Tukey 95% para estimar diferencias por clase diamétrica en (Cp-ar) y (Cs- Ab).....	93
Cuadro 13. Tukey 95% para estimar diferencias por tipo de reservorio en (Cp-ar) y (Cs- Ab).....	96
Cuadro 14. Coordenadas de parcelas de muestreo.....	129
Cuadro 15. Biomasa por sub parcelas en (Bsd-p).....	130
Cuadro 16. Necromasa por tipo de reservorio y parcelas en (Bsd-p) .....	130
Cuadro 17. Biomasa por sub parcelas en (Cpc-B).....	131
Cuadro 18. Necromasa por tipo de reservorio y parcelas en (Cpc-B).....	131
Cuadro 19. Biomasa por sub parcelas en (Cpc-A) .....	132
Cuadro 20. Necromasa por tipo de reservorio y parcelas en (Cpc-A).....	132
Cuadro 21. Biomasa por sub parcelas en (Cpal-M).....	133
Cuadro 22. Biomasa por sub parcelas en (Cs-Ab).....	133
Cuadro 23. Necromasa por tipo de reservorio y parcelas en (Cs-Ab).....	134
Cuadro 24. Biomasa por sub parcelas en (Cp-ar).....	134
Cuadro 25. Necromasa por tipo de reservorio y parcelas en (Cp-ar).....	135
Cuadro 26. Biomasa, necromasa, carbono y carbono equivalente, en (Bsd-p).....	136
Cuadro 27. Biomasa, necromasa, carbono y carbono equivalente, en (Cpc-B).....	137

Cuadro 28. Biomasa, necromasa, carbono y carbono equivalente, en (Cpc-A).....	138
Cuadro 29. Biomasa, necromasa, carbono y carbono equivalente, en (Cpal-M)....	139
Cuadro 30. Biomasa, necromasa, carbono y carbono equivalente, en (Cs-Ab).....	140
Cuadro 31. Biomasa, necromasa, carbono y carbono equivalente, en (Cp-ar).....	141
Cuadro 32. Calculo de densidad de madera sólida.....	142
Cuadro 33. Calculo de densidad de madera Intermedia .....	142
Cuadro 34. Calculo de densidad de madera Podrida.....	143
Cuadro 35. Calculo de la masa seca de hojarasca .....	143
Cuadro 36. Calculo de la masa seca de brizales .....	144
Cuadro 37. Registro del muestreo destructivo de brizales y hojarasca.....	145
Cuadro 38. Especies inventariadas en (Bsd-p).....	146
Cuadro 39. Especies inventariadas en (Cpc-B) .....	154
Cuadro 40. Especies inventariadas en (Cpc-A).....	158
Cuadro 41. Especies inventariadas en (Cpal-M).....	161
Cuadro 42. Especies inventariadas en (Cs-Ab) .....	165
Cuadro 43. Especies inventariadas en (Cp-ar).....	167
Cuadro 44. Madera muerta caída registrada en la vegetación mixta.....	169
Cuadro 45. Madera muerta en pie registrada en la vegetación mixta.....	174

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Concentración y emisiones de dióxido de carbono en los últimos 150 años.	26
Figura 2. Ciclo del carbono terrestre.	28
Figura 3. Balance global anual de los flujos de carbono.	29
Figura 4. Ubicación de la comunidad nativa Puerto Arturo.	40
Figura 5. Representación gráfica del diseño de parcelas anidadas para el inventario de biomasa, necromasa y carbono.	51
Figura 6. Clasificación de árboles muertos en pie.	54
Figura 7. Representación gráfica del diseño de parcelas de intersección de líneas para el muestreo de madera muerta caída.	55
Figura 8. Representación gráfica de parcelas de recorte para muestreo de hojarasca.	58
Figura 9. Formaciones vegetales en la comunidad nativa Puerto Arturo.	64
Figura 10. Biomasa por parcelas y clase diamétrica en (Bsd-p).	66
Figura 11. Necromasa por parcela y por tipo de reservorio en (Bsd-p).	68
Figura 12. Biomasa aérea y necromasa por parcelas en (Bsd-p).	70
Figura 13. Stock de Carbono por parcelas en biomasa, y necromasa en (Bsd-p).	71
Figura 14. Biomasa por parcelas y clase diamétrica en (Cpc-B).	73
Figura 15. Necromasa por parcela y tipo de reservorio en (Cpc-B).	75
Figura 16. Biomasa aérea y necromasa por parcelas en (Cpc-B).	77
Figura 17. Stock de Carbono por parcelas en biomasa, y necromasa en (Cpc-B).	78
Figura 18. Biomasa por parcelas y clase diamétrica en (Cpc-A).	80
Figura 19. Necromasa por parcela y tipo de reservorio en (Cpc-A).	82
Figura 20. Biomasa aérea y necromasa por parcelas en (Cpc-A).	84
Figura 21. Stock de Carbono por parcelas en biomasa y necromasa en (Cpc-A).	85
Figura 22. Biomasa por parcelas y clase diamétrica en (Cpal-M).	87
Figura 23. Biomasa aérea por parcelas en (Cpal-M).	89
Figura 24. Stock de Carbono por parcelas en biomasa y necromasa en (Cpal-M).	90
Figura 25. Biomasa por parcelas y clase diamétrica en (Cp-ar) y (Cs-Ab).	93
Figura 26. Necromasa por parcela y tipo de reservorio en (Cp-ar) y (Cs-Ab).	95

Figura 27. Biomasa aérea y necromasa por parcelas en (Cp-ar) y (Cs-Ab).....	98
Figura 28. Stock de carbono por parcelas en biomasa y necromasa en (Cp-ar) y (Cs-Ab).....	99
Figura 29. Consolidado de Carbono en biomasa en la vegetación mixta de la comunidad nativa Puerto Arturo.....	101
Figura 30. Consolidado final de Carbono en necromasa de la vegetación mixta de la comunidad nativa Puerto Arturo.....	102
Figura 31. Carbono total en biomasa y necromasa de la vegetación mixta de la comunidad nativa Puerto Arturo.....	104
Figura 32. Carbono equivalente total en la vegetación mixta de la comunidad nativa Puerto Arturo.....	106

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo I. Formatos de campo .....	123
Anexo II. Mapas y planos .....	126
Anexo III. Cuadros .....	127
Anexo IV. Galeria fotografica .....	173

## RESUMEN

Los bosques tropicales se caracterizan por la diversidad de especies y la presencia de múltiples formaciones vegetales. Éstas cada vez reciben mayor impacto por actividades antropogénicas. Todo esto, sumado al cambio climático global, genera desconcierto sobre el futuro de los bosques. La identificación y cuantificación de los niveles de almacenamiento de carbono en cada formación vegetal, permitirá un mejor manejo y conservación, así como identificar áreas potenciales que servirían para el financiamiento de la absorción de carbono y otros servicios ambientales. El presente estudio fue desarrollado en la comunidad Nativa Puerto Arturo, del departamento de Madre de Dios. Se instalaron parcelas anidadas de muestreo de 1,225 m<sup>2</sup>, con el objetivo de cuantificar el stock de carbono en la vegetación mixta de la comunidad, considerando así para el componente de biomasa aérea viva 4 subcomponentes: individuos <5, 5 -<20, 20-50 y >50cm Dap, y para el componente necromasa 3 subcomponentes; madera muerta caída, madera muerta en pie y hojarasca. El área cuenta con 5 formaciones vegetales según la Zonificación Ecológica y Económica de Madre de Dios. Los resultados obtenidos de contenido de carbono promedio son; (1) Bosque Semicaducifolios densos en planicies 161.38 MgCha<sup>-1</sup>, (2) Complejo de chacras y purmas (B) 150.37 MgCha<sup>-1</sup>, (3) Complejo de chacras y purmas (A) 47.83 MgCha<sup>-1</sup>, (4) Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o Aguajales 121.72 MgCha<sup>-1</sup>, (5) Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas 81.42 MgCha<sup>-1</sup> y (6) Comunidades pantanosas arbóreas renacales y palmeras 68.31 MgCha<sup>-1</sup>, obteniéndose un promedio de 136.98 MgCha<sup>-1</sup>, consolidándose en un reservorio de 517,972.11 MgC, en 3781.5 ha, siendo la necromasa la responsable del 10.38% (53,740.99 MgC), y la biomasa aérea del 89.62% (464,231.11 MgC). El bosque semicaducifolio densos en planicies de mayor fue la mayor área (2011.5 ha), con 324,615.87 Mg C de carbono almacenado, representado el 63% del total. Este reservorio podría ser ofertado al mercado voluntario de carbono y este ingreso promovería la conservación de los bosques. La cantidad de carbono equivalente que evitaríamos liberar a la atmosfera, si la vegetación mixta de la comunidad nativa de Puerto Arturo se conservaran, sería en promedio de 502.7 t CO<sub>2</sub>-equi/ha.



## ABSTRACT

The tropical forests are characterized by high species diversity and the presence of multiple plant formations, which receive greater impact by anthropogenic activities. All this, coupled with the global climate change, creates confusion about the future of forests. The identification and quantification of levels of carbon storage in each vegetation, will allow a better management and conservation, as well as to identify potential areas that would serve for the financing of carbon sequestering and other environmental services. The present study was developed in the native community Puerto Arturo, Madre de Dios region. Nested plots of 1225 m<sup>2</sup> were installed for to quantify the carbon stock in mixed vegetation of the community, considering four components of living aerial biomass: individuals < 5, 5 - < 20, 20 - 50 and > 50 cm dbh, and three components of necromass: drop dead wood, standup dead wood and litter. The area comprises 5 vegetal formation according to the ecological and economic zoning of Madre de Dios region. The results of carbon content average are; (1) dense semi-deciduous forest dense in plains, 161.38 MgC ha<sup>-1</sup>; (2) complex of orchards and fallows (B), 150.37 MgC ha<sup>-1</sup>, (3) complex of orchards and fallows (A), 47.83 MgC ha<sup>-1</sup>, (4) marsh communities of palm trees *Mauritia flexuosa* or aguajales, 121.72 MgC ha<sup>-1</sup>, (5) riparian successional communities of clear waters, 81.42 MgC ha<sup>-1</sup> and (6) marsh communities renacales and palm trees, 68.31 MgC ha<sup>-1</sup>, obtaining an average of 136.98 MgC ha<sup>-1</sup>, consolidating it in a reservoir of 517972.11 Mg C, in 3781.5 há, being necromass component the 10.38 % (53,740.99 MgC), and the aboveground biomass 89.62 % (464,231.11 MgC). The greater area was dense semi-deciduous forest dense in plains (2,011.5 ha) with 324,615.87 MgC carbon storing, and represented 63% of the total. This carbon stock could be offered to the carbon voluntary market and this income would promote the conservation of forests. The amount of equivalent carbon that the mixed vegetation of the native community of Puerto Arturo would avoid release to the atmosphere, if it were retained, it would be on average of 502.7 t CO<sub>2</sub>-equi/ha.

## INTRODUCCIÓN

El calentamiento global y su impacto sobre la vida del planeta, es un tema presente en la agenda de la mayor parte de los gobiernos (Gay y Martínez, 1995; Fundación Solar, 2000). El papel que el desarrollo tecnológico de la humanidad desempeña en el “efecto invernadero”, así como la manera en la que el problema puede ser mitigado, han sido abordados en las agendas ambientales mundiales. La discusión se ha enfocado en definir qué mecanismos pueden ser adoptados para reducir el impacto negativo de este fenómeno (Fundación Solar, 2000). En este contexto, existen políticas internacionales que incentivan monetariamente las prácticas de manejo que conduzcan a la conservación e incremento de los bosques. El mecanismo de desarrollo limpio (MDL), comprendido en el Protocolo de Kyoto, considera la forestación y reforestación como prácticas generadoras de créditos de carbono. Sin embargo este mecanismo aún no ha sido exitoso en este campo (UNFCCC, 2010). En la actualidad se presentan políticas como REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación) con lineamientos más sencillos de seguir, que prometen compensar monetariamente a los países en desarrollo que eviten la deforestación y degradación de los bosques y que promuevan la regeneración forestal (Strassburg *et al.*, 2009).

El CO<sub>2</sub> atmosférico entra en la dinámica del ciclo terrestre del carbono con la producción primaria, resultado de la fotosíntesis, en la cual las plantas fijan del aire carbono inorgánico y lo convierten en azúcares y almidones que son la fuente de energía necesaria para el crecimiento vegetal (Post *et al.*, 1990). De esta manera se integra a los ecosistemas terrestres, los bosques a nivel global, fijan y almacenan grandes cantidades de carbono y pueden llegar a controlar hasta el 90% del flujo anual de carbono entre la atmósfera y la superficie terrestre (Apps *et al.*, 1993; Ordóñez *et al.*, 2001).

Los árboles en particular, almacenan grandes cantidades de carbono durante toda su vida, aun cuando también pudieran representar una fuente neta de emisión de CO<sub>2</sub> (Dixon *et al.*, 1994; Masera, 2002). Malhi *et al.* (1999) reportan que los bosques fijan

el 25% del CO<sub>2</sub> emitido a la atmósfera por combustibles fósiles; sin embargo, Stuart y Moura Costa (1998) mencionan que la deforestación contribuye con el 20% de las emisiones anuales de este gas.

Las reservas de carbono existentes en un ecosistema forestal constituyen un valor económico diferente al de su uso tradicional (madera, carbón, celulosa, etc.), al permitir el acceso a un mercado de bonos verdes (compra y venta de carbono incremental capturado en las partes estructurales de los árboles y los productos forestales) dentro de lo que el Protocolo de Kyoto denominó Mecanismo de Desarrollo Limpio (IPCC, 2000).

La cantidad de biomasa en un bosque, es una medida útil para evaluar los cambios en la estructura del bosque (Brown, 1997). Por lo tanto, para una mejor comprensión de la variación en la estructura del bosque, es necesaria la cuantificación de la biomasa aérea. Sobre todo porque las reservas de Carbono aéreo son determinadas principalmente por la frecuencia y tamaño de la distribución de los árboles (Clark & Clark, 2000). La biomasa es una variable clave para entender el papel de los bosques en el ciclo global del Carbono, porque representa el potencial de emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera a través de la quema de biomasa o cuando los bosques son degradados o convertidos a otros usos de suelo (Malhi & Grace, 2000). Al mismo tiempo, es esencial para entender la dirección y magnitud de los flujos de Carbono en los sistemas terrestres (Cairns *et al.*, 2003).

El Perú es un país con gran extensión de bosques, que ocupan casi dos tercios del territorio nacional. A nivel mundial, es el noveno país con mayor extensión de bosques y el cuarto país con mayor superficie de bosques tropicales. Al 2011, la superficie total estimada, de bosques del Perú es de 73 294 958 millones de hectáreas (MINAM & MINAG, 2011). Los bosques son afectados por el cambio de uso del suelo, tala ilegal constituyendo una grave amenaza para su conservación. En la Región de Madre de Dios, los bosques vienen siendo amenazados por actividades antrópicas como la agricultura extensiva, la minería ilegal, tala ilegal. Es así que se plantea este estudio como una alternativa para contrarrestar los problemas causados por dichas

actividades, según (Hajek *et al.*, 2011; FONAM, 2011, Citado por Mamani, 2012) en Madre de Dios existe un gran interés en acogerse a los proyectos de REDD, habiéndose identificado once iniciativas REDD + en diferentes áreas de trabajo.

Con los resultados obtenidos, se aportara elementos importantes para el conocimiento de la cantidad de carbono que almacena cada tipo de vegetación que se encuentra en esta comunidad y en estos tipos de vegetación en Madre de Dios, así mismo generar información que debe ser aplicada a las iniciativas nacionales e internacionales que busquen mitigar y reducir el calentamiento global controlando las emisiones por deforestación y degradación de los bosques (REDD) a través de la formulación e implementación de proyectos REDD (Yepes *et al.*, 2011).

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

- Determinar el stock de carbono en la biomasa aérea y necromasa en diferentes tipos de vegetación en la comunidad nativa de Puerto Arturo, Tambopata, Madre de Dios – Perú.

### **Objetivos específicos**

- Determinar la proporción del stock de carbono que aporta la biomasa arbórea, madera muerta caída, madera muerta en pie y hojarasca, en un Bosque semi-caducifolio denso en planicies.
- Determinar la proporción del stock de carbono que aporta la biomasa arbórea, madera muerta caída, madera muerta en pie y hojarasca, en un complejo de purmas y chacras
- Determinar la proporción del stock de carbono que aporta la biomasa arbórea, madera muerta caída, madera muerta en pie y hojarasca, en comunidades pantanosas arbóreas, renacales y palmeras.
- Determinar la proporción del stock de carbono que aporta la biomasa arbórea, en comunidades pantanosas de palmeras.
- Determinar la proporción del stock de carbono que aporta la biomasa arbórea, madera muerta caída, madera muerta en pie y hojarasca, en comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas.
- Determinar el stock de carbono almacenado en la vegetación mixta de la comunidad nativa Puerto Arturo.
- Determinar el stock de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-Eq) en la vegetación mixta de la comunidad nativa puerto Arturo.

## FORMULACION DE LA HIPOTESIS

### Para Biomasa

- $H_0$ : El stock de carbono aéreo en la vegetación mixta de la comunidad nativa de Puerto Arturo, es menor a 125 Mg/ha. (valor máximo estimado según Asner *et al.*, 2010).
- $H_i$ : El stock de carbono aéreo en la vegetación mixta de la comunidad nativa de Puerto Arturo, es mayor o igual a 125 Mg/ha.

### Para Necromasa

- $H_0$ : El stock de carbono en la necromasa (madera muerta de pie, muerta caída y hojarasca) en la vegetación mixta de la comunidad nativa de Puerto Arturo, es menor a  $24.4 \pm 5.3$  Mg/ha. (valor máximo estimado según Baker *et al.*, 2007).
- $H_i$ : El stock de carbono en la necromasa (madera muerta de pie, muerta caída y hojarasca) en la vegetación mixta de la comunidad nativa de Puerto Arturo, es mayor a  $24.4 \pm 5.3$  Mg/ha.

## VARIABLES

### Variable independiente: Biometría

#### Variables independientes

Nº	Dimensión	Indicador	Definición operacional	Criterios
1	Datos dasométricos	Diámetro a la altura del pecho (DAP)	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 $\pi$ (PI).	5 < cm DAP y > 1.30 m de altura, 5 – 20 cm DAP, 20 – 50 cm DAP y > 50 cm DAP
2		Diámetro (D)	Es la medida que se toma a cada pieza de madera muerta que cruce la línea de intersección.	$\geq 10$ cm de diámetro
3		Altura total (HT)	Es la medida toma en el ápice del árbol, generalmente expresado en metros.	> 1.30 m de altura
4	Datos estructurales	Densidad	Está definida como la masa por unidad de volumen. Para la biomasa aérea se tomara los valores de los datos de densidad de madera de Zanne et al. 2009. Y para obtener la densidad de madera muerta se realizara muestreo en campo y se determinara la densidad según la metodología aplicada que clasifica en 3 clases solida (S), intermedia (I) Podrida (P)	<b>Sólida:</b> El machete no se hunde en la pieza (rebota). <b>Intermedia:</b> El machete se hunde parcialmente en la pieza y ha habido cierta pérdida de madera. <b>Podrida:</b> El machete se queda en la pieza, hay pérdida de madera más extensa y la pieza se desmorona.

Fuente: modificado de Mamani, (2012).

calcula una nueva estimación de emisiones de carbono a partir del cambio del uso de la tierra en los trópicos”. Según este mapa de carbono elaborado por WHRC (2012) la vegetación del bosque del departamento de Madre de Dios, Perú presenta un rango de 100 a 150 Mg/ha.

- Manrique, Franco, Núñez, Seghezzo, (2009), determinaron 105,45 Mg/ha secuestradas en un bosque chaqueño en el Municipio Coronel Moldes, La Viña, Salta-Argentina.
- Pérez & Díaz. (2010), estimaron el carbono contenido en la biomasa forestal aérea de dos bosques andinos en los departamentos de Santander y Cundinamarca, Colombia. Estimó la biomasa forestal aérea de dos bosques andinos basados en ecuaciones alométricas de biomasa en función del diámetro a la altura del pecho (DAP), mediante la implementación de un muestreo  $y = aX^b$  indirecto, a partir de la cubicación en pie del árbol con base en medidas euclidianas, proyección de las ramas mediante la construcción y validación de un modelo de autosemejanza, y el cálculo de densidades para las principales especies de los bosques teniendo en cuenta el Índice de Valor de Importancia (IVI). Se obtuvieron 20 ecuaciones de la forma  $y = aX^b$  ( $p$ -valor > 0,05 y  $R^2$  > 70%) encontrándose que la biomasa fustal es en promedio 103,217 Mg/ha para el bosque dominado por *Quercus humboldtii* y 113,036 Mg/ha para el bosque dominado por *Weinmannia tomentosa*. Los resultados obtenidos constituyen un importante aporte metodológico para las estimaciones de captura de CO<sub>2</sub> en zonas destinadas a la conservación, y una herramienta para valorar la función de captura de CO<sub>2</sub> por bosques andinos.
- Pizzurno; (2010). En el Parque Nacional Caazapá, localizado en el Departamento de Caazapá, región Oriental del Paraguay estimo de manera preliminar el stock de carbono en el bosque. El área de estudio fue estratificado según la clasificación de la UNESCO – TNC que considera para el parque tres tipos de bosques: Bosque Denso Semidecídulo Estacionalmente Saturado (BDSES), Bosque Abierto Semidecídulo Subhúmedo (BASSH) y Bosque de Galería (BG). El estrato I almacena en promedio 195,2 Mg/ha, el estrato II 151,3 Mg/ha y el estrato III 308,15 Mg/ha, que convertido a dióxido de carbono equivalente remueve de la atmósfera



715,79 tCO<sub>2</sub>-eq/ha, 554,45 tCO<sub>2</sub>-eq/ha y 1.129,98 tCO<sub>2</sub>-eq/ha en cada estrato respectivamente.

- Puc-Kauil; (2014) estimo la acumulación de biomasa carbono aéreo en bosques tropicales secundarios del sur de Quintana Roo, México en 5 rodales con edades de siete, 15, 25, 35 y 46 años posteriores al uso agrícola y un rodal maduro con poca evidencia de perturbación antropógena. La productividad en biomasa se correlacionó positivamente con la edad sucesional. Después de siete años de abandono, el contenido de biomasa fue de 39.75 (±12.0) Mg/ha, mientras que el rodal maduro presentó la máxima acumulación de biomasa con 179.14 (±7.0) Mg/ha. La tasa de acumulación de Carbono, medida a través del incremento medio anual (IMA), varió de 2.84 (±0.86) Mg/ha/año en rodales de siete años a 1.12 (±0.04) Mg/ha/año en rodales maduros. Los bosques secundarios de esta región, presentan una constante regeneración y un reservorio natural de especies nativas con un potencial de aprovechamiento sostenible y conservación. A demás, tienen un alto potencial como fijadores de CO<sub>2</sub>.
- Figueroa, (2014) estimo el almacenamiento de carbono en bosques manejados de *Pinus patula* en el Ejido La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo – México para estimar la biomasa se ajustaron ecuaciones simultáneas para los componentes estructurales (fuste, ramas, follaje, corteza) a partir de la cosecha y pesaje de 18 individuos. Las ecuaciones obtenidas fueron: biomasa total,  $B_t = 5338.610 + 18.634 \text{ DAP}^2 \text{ Ht}$ ; biomasa de ramas,  $BR = 0.095 B_t$ ; biomasa de fuste  $B_{Ft} = 0.777 B_t$ ; biomasa de corteza  $BC = 0.115 B_t$ ; donde DAP es el diámetro normal y Ht es la altura total. Para la biomasa del follaje la ecuación ajustada fue  $BF = 29440.890 \exp -26.519/\text{DAP}$ . Se colectaron muestras por componente estructural para determinar la concentración de carbono. Para especies distintas a *Pinus patula* se empleó información sobre concentración de carbono reportadas por Figueroa *et al.*, (2005). La cantidad de biomasa y carbono del bosque manejado se obtuvo aplicando las ecuaciones generadas y mediante datos de inventario. La cantidad de carbono almacenado se incrementó con el aumento de la edad del rodal. El rodal de 25 años de edad presentó una acumulación de carbono similar al

contenido de un área que aún no ha sido intervenida (86.40 Mg C/ha y 92.44 Mg C/ha, respectivamente). Por tanto, es posible señalar que los bosques manejados pueden funcionar eficientemente como fijadores y sumideros de carbono; sin embargo, aún es necesario determinar el balance neto.

- Saatchi, (2011) elaboraron un mapa de referencia de stock de carbono forestal en las regiones tropicales de tres continentes sobre 2,5 millones de hectáreas, abarcando todos los bosques tropicales, para la década de 2000, que será muy valiosa para la evaluación de la reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD), tanto en los proyectos y las escalas nacionales. Se ha estimado el stock total de carbono en la biomasa viva (por encima y por debajo del suelo), utilizando una combinación de los datos de 4079 parcelas de inventario in situ y la detección por satélite y láser (LIDAR) y muestras de la estructura del bosque para estimar el almacenamiento de carbono, además de imágenes ópticas y de microondas (resolución de 1 km) para extrapolar sobre el paisaje. La biomasa del stock total de carbono de los bosques en la región de estudio se estima en 247 Gt C, con 193 Gt de carbono almacenado encima del suelo y 54 Gt C almacenado en las raíces. Los bosques en América Latina, África subsahariana y el sudeste asiático representaron el 49%, 25% y el 26% de la superficie total, respectivamente. El mapa muestra los patrones regionales de referencia y proporciona estimaciones comparables metodológicamente de las reservas de carbono para 75 países en desarrollo que en las evaluaciones anteriores eran pobres o incompletos. Según este mapa de biomasa encima del suelo (AGB) y el stock de carbono, registra para Perú 320 Mg/ha de biomasa; 160 Mg C/ha, sin embargo para el departamento de Madre de Dios reporta valores de AGB en 250 – 300 Mg/ha y el stock de carbono en 125 – 150 Mg C/ha.
- Anderson, (2012) analizó los patrones a gran escala de las propiedades de los ecosistemas forestales en la Amazonía en base a observaciones de campo y satélite; primero evaluó las propiedades forestales biofísicas que influyen directamente en la dinámica del carbono en la Amazonía (densidad de la madera, biomasa aérea; la altura del árbol, el tamaño de la corona y la productividad de la

madera); segundo, evaluó los patrones fenológicos a escala macro y tercero, puso en discusión los estudios recientes derivados de los datos de teledetección. La revisión indica que los bosques de crecimiento lento de la Amazonía Central y Oriental (este), donde los suelos son más pobres, tienen significativamente biomasa encima del suelo (AGB) más alta y una mayor densidad de la madera, los árboles son más altos que en los rodales en el Noroeste y el Suroeste de la Amazonía. Sin embargo la productividad y el dinamismo del bosque, es mayor en la Amazonia occidental (oeste) que en los bosques centrales y orientales (este). Estudios recientes basados enteramente en datos de campo (Malhi *et al.*, 2006 y un conjunto de datos de teledetección (Saatchi *et al.*, 2007), sugieren una alta biomasa (300 - 400 Mg/ha) en el noreste de la Amazonía, en la zona central oeste del río Trombetas al oeste del río Negro; una menor biomasa (250 - 300 Mg/ha) en el principal canal del río Amazonas, y en las llanuras inundables de Igapó y Várzea y entre 200 - 300 Mg/ha en el Oeste y Sur de la Amazonía. A escala global, reveló en este nuevo conjunto de datos biomasa más bajas en la cuenca del Río Negro, región central, y una mayor biomasa en la Amazonía oriental (este). La Amazonía occidental es una región que presenta una menor biomasa seguidas por las regiones centrales (Malhi *et al.*, 2006; y Anderson *et al.* 2009) y se podría hipotetizar que los bosques de bambú, presentes en esta región, podría tener efectos sobre las mediciones Lidar. Se sugiere que para mejorar la comprensión de los patrones a gran escala en los bosques amazónicos, considerar imprescindibles análisis integrados que combinen las nuevas tecnologías en teledetección y datos de campo ecológicos a largo plazo.

- Fragoso, (2003) Estimo el contenido y captura de carbono en biomasa aérea del predio "Cerro Grande" municipio de Tancítaro Michoacán - México Este estudio, presenta una propuesta integral de un plan de manejo del predio "Cerro Grande" municipio de Tancítaro Michoacán; los resultados obtenidos muestran datos positivos en lo que al almacenamiento de carbono se refiere. Tomando en cuenta el volumen en m<sup>3</sup> por especie, se calculó el contenido de carbono en biomasa aérea en este predio, proyectando los siguientes resultados: Abies

religiosa. presenta 15, 800 Mg C, *Pinus pseudostrobus* 5, 433 Mg C, *Quercus laurina* 3,040 Mg C y una agrupación de hojosas presenta 367 Mg C, sumando una cantidad de 24, 640 Mg C respectivamente.

- La Fundación Natura. (2009) estimó la cantidad de carbono almacenado en la biomasa de los biotipos (arbóreos, arbustivos y herbáceos), necromasa (hojarasca, ramas y otros) y el suelo (25 cm de profundidad) en las formaciones vegetales de la Cordillera del Cóndor, Ecuador. En el Bosque Piemontano “BPM”, en el Bosque Montano Bajo “BMB” y en el Bosque Montano “BM”. Evaluó la biomasa de diferentes biotipos en parcelas rectangulares anidadas: arbóreo en parcelas de 0.05 ha (10x50 m), se evaluó individuos con DAP $\geq$ 10 cm; arbustos en subparcelas de 0.0025 ha (5x5 m) donde se subdividió en 1x1 m, aquí se colectó todo el material arbustivo, se tomó una muestra, el herbáceo - necromasa dentro de la parcela de 0.05 ha, en una subparcela de 0.0001 ha (1x1 m) aquí también se colectó y tomó una muestra, el suelo se evaluó a 25 cm de profundidad. La biomasa se estimó mediante la ecuación alométrica de Brown *et al.*, (1989) y de contenido humedad. Reportándose la biomasa total en BPM 466 Mg/ha (biomasa arbórea 199.4, biomasa arbustiva 38.4, biomasa herbácea 1, necromasa 6.4 y suelo 220.8), en BMB 383.3 Mg/ha (biomasa arbórea 43.7, biomasa arbustiva 33.9, biomasa herbácea 1.7, necromasa 3.7 y suelo 300.3) y en BM 360 Mg/ha (biomasa arbustiva 61.1, biomasa herbácea 2.6, necromasa 14.1 y suelo 282.2). En el BPM se estimó el carbono almacenado en la biomasa de los reservorios en promedio fue de 233.053 Mg C/ha ó 854.5 Mg CO<sub>2</sub>-equi/ha, en el BMB se estimó el carbono almacenado en promedio fue de 191.813 Mg/ha o 703.3 t CO<sub>2</sub>-equi /ha; y para el BM, se estimó el carbono almacenado en promedio fue de 180.122 Mg C/ha que representan 660.4 Mg CO<sub>2</sub>-equi /ha. En los tres tipos de formaciones vegetales se estima que en promedio se tendría 201.662 Mg C/ha equivalente a 218.3 Mg CO<sub>2</sub>-equi /ha.
- Arreaga, (2002) estimó el almacenamiento del carbono en bosques con manejo forestal sostenible en la reserva de biosfera maya, Peten – Guatemala. El objetivo de esta investigación fue estimar la biomasa aérea total y el contenido de carbono

en la vegetación, hojarasca y suelo de las unidades de manejo "Rio Chanchin" y Uaxactún" además evaluar la capacidad de recuperación del carbono en claros y caminos. Se utilizaron técnicas destructivas e indirectas para estimar la biomasa, paralelamente se obtuvieron muestras para estimar la gravedad específica (GE), Fracción de Carbono y se estimó el factor de expansión de la biomasa. Con la aplicación de estos modelos obtuvo un estimado de 209.64 t/ha de biomasa aérea, en cuanto a hojarasca del rio "Chanchín" obtuvo 1.67 tC/ha y en "Uaxacatún" 2.25 tC/ha y en el suelo obtuvo un promedio de 49 a 213 tC/ha según el rango de profundidad analizado.

- Araujo, (2006) estudiaron la Dinámica del bosque, incorporación y almacenamiento de biomasa y carbono en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado – Bolivia El estudio se realizó en dos áreas permanentes de investigación, una en un bosque húmedo siempre verde (BHSV) y la otra en un bosque seco semideciduo (BSS). La biomasa y el carbono almacenado se estimó a través de funciones matemáticas que tienen como variable independiente al área basal, estimando 326 tn/ha de biomasa y 156 tn/ha de carbono en el BHSV y 260 tn/ha de biomasa y 125 tn/ha de carbono en el BSS. También se estimó la incorporación de carbono por medio del cambio producido en el área basal, resultando 1.65 tn/ha/año en el BHSV y 0.44 tn/ha/año en el BSS. La estructura de ambos tipos de bosque es constante, los individuos muertos y los ascendidos a la clase inmediata son remplazados por aquellos individuos reclutados que mantienen la estructura del bosque.
- WINROCK, (2006) estimó el almacenamiento terrestre de carbono en la Península de Osa, Punta Arenas, Costa Rica en tres tipos de bosques: Bosques Tropicales de Tierras Bajas (BTB), Arbustos Tropicales de Tierras Bajas (ATB) y Bosques Tropicales de Montaña Baja (BTM) El estudio incluyó dos elementos principales: la evaluación basada en imágenes aéreas de biomasa leñosa sobre el suelo y un inventario de campo de biomasa forestal. El inventario de muestreo fue estratificado los cuales se distribuyeron por los tipos de bosques: Se evaluó la biomasa aérea en parcelas circulares anidadas, con radios de 20 m (individuos de árboles y palmeras con DAP  $\geq$  20 cm fueron medidos), radios de 4 m (individuos de árboles

con  $5 \leq \text{DAP} < 20$  cm fueron medidos) y radios de 1 m (fueron medidos todos los arboles con  $\text{DAP} \leq 5$  cm, hasta 1.3 m de altura). La biomasa de la hojarasca se evaluó cada 5 parcelas, usando un recuadro de muestreo de 20x20 cm. La biomasa se estimó con fórmulas alométricas definidas para la Amazonía. El contenido de carbono sobre el suelo (aérea y hojarasca) osciló entre 260 t C/ha en el BTB, 199 t C/ha en el ATB y 267 t C/ha en el BTM. El BTB constituye la mayor reserva con 1 680 640 t C, ya que domina el área (97% del área de estudio). El Área de Conservación Osa contiene reservas de 1 736 000 t C o aproximadamente 6 370 000 t CO<sub>2</sub>-equi en la biomasa por encima del suelo, incluyendo la regeneración.

### 1.1.2. Antecedentes a nivel nacional

- Lapeyre *et al.*, (2004), determino que de 8 sistemas de uso de tierras en el departamento de San Martín, el sistema de bosque primario es el que posee la mayor cantidad de carbono, llegando así hasta 485 tm C ha<sup>-1</sup>, seguido de bosques secundarios con distintas edades, y por otro lado el sistema que menor cantidad de carbono captura es el de sistema agrícola, llegando así hasta 5 tm C ha<sup>-1</sup>.
- Freitas *et al.*, (2010), determinaron en dos tipos de aguajal (denso y mixto) en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto-Perú, 115. 40 t/ha y 88.5 t/ha, para los dos tipos de aguajal mencionados.
- Maicelo, *et al.*, (2012) realizó la estimación de carbono retenido para la especie *Ceroxylon peruvianum* "pona", para la formulación de ecuaciones alométricas y selección de la mayor correlación estimada a partir de variables como diámetro altura de pecho (DAP) y altura de fuste. La investigación permitió seleccionar la ecuación potencial múltiple: Biomasa Seca =  $0.0080 \cdot \text{DAP}^{2.8449} \cdot \text{Altura de Fuste}^{0.4620}$ , para la estimación de la cantidad de biomasa seca y carbono en *Ceroxylon peruvianum*, en bosques naturales y mixtos y en sistemas de producción de la cuenca media del río Utcubamba. Dicha ecuación presenta el mayor índice de correlación ( $r^2$ ) de 0.966.
- Lujan & Chávez. (2006) en Pampa hermosa, Junín, Perú estimaron la capacidad de captura carbono de un Bosque Húmedo Tropical, Almacenado en la biomasa

aérea, debajo del suelo, la materia orgánica del suelo. La metodología aplicada consistió en un inventario, cuyo diseño de muestreo fue estratificado al azar con parcelas circulares de 400 m<sup>2</sup> divididos en 04 cuadrantes; en los 400 m<sup>2</sup> se midieron árboles con DAP  $\geq$  10 cm y en cuadrante de 100 m<sup>2</sup> se midieron individuos con  $5 \leq$  DAP < 10 cm, distribuidos en tres tipos de estratos (bosques), 07 parcelas en el estrato I, 12 parcelas en el estrato II y 4 parcelas en el estrato III, con intensidad de muestreo al 0.5%. Para estimar la biomasa se utilizó el factor de expansión de volumen (FEV) y luego el factor de expansión de biomasa (FEB) de Brown (1997). Los resultados muestran que el carbono total por todo el área de estudio fue de 7 836 958.63 t C, con promedio de  $814.48 \pm 91.11$  t C/ha, incluyendo árboles parados vivos 616.33 t C/ha, árboles parados muertos 20.10 t C/ha, árboles caídos muertos 8.18 t C/ha, sotobosque 3.03 t C/ha, necromasa 8.28 t C/ha, hojarasca 4.77 t C/ha, suelo 61.33 t C/ha y raíz 92.45 t C/ha. La capacidad de fijación anual de carbono es 79 092.84 t C/año, con un promedio anual de  $8.22 \pm 0.68$  t C/ha/año.

- Yquise *et al.*, (2008) estimó el carbono almacenado en diferentes sistemas de uso de la tierra del distrito de José Crespo y Castillo, Huánuco, Perú los objetivos fueron determinar el carbono almacenado en diferentes SUT, en los sectores de Los Milagros, Aucayacu, 7 de octubre – Pucayacu y Maronilla en el distrito de José Crespo y Castillo. Los SUT evaluados fueron: sistema silvopastoril *Paspalum conjugatum* Berg. con especies forestales de 10 años de edad; sistema agroforestal *Theobroma cacao* L. con especies forestales de 3, 6, 7, 8 y 25 años de edad; bosque secundario de 6 y 12 años de edad; y bosque primario. El carbono almacenado se estimó mediante la metodología de ARÉVALO *et al.* (2003). El carbono total almacenado varía desde 72.03 t.C/ha para el sistema agroforestal *Theobroma cacao* L. asociado a *Guazuma crinita* C. Martius de 3 años en el sector Maronilla, hasta 337.46 t.C/ha en el sistema de bosque primario en el sector 7 de Octubre-Pucayacu. El mayor valor de carbono retenido se encuentra en la biomasa vegetal de bosques primarios, llegando hasta 207.10 t.C/ha (61.37 %) en el sector 7 de Octubre-Pucayacu; mientras que, en el suelo el valor máximo de carbono es

de 131.89 t.C/ha (39.44 %) en bosque primario del sector Aucayacu. Los SUT de 3 a 10 años de edad el mayor aporte de carbono corresponde al edáfico, superando el 50% del total. Los aportes de carbono en fuentes de biomasa no arbórea (arbustiva, herbácea y hojarasca), es en pequeñas cantidades. El carbono almacenado en los bosques primarios es mayor que en los sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles y bosques secundarios. La producción de carbono está en función de la edad de los SUT y el tipo de asociación entre las especies agrícolas y forestales.

- Concha *et al.*, (2007) determinó las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de *Theobroma cacao L.* en el departamento de San Martín, Perú. En este estudio se evaluó 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. Para elaborar la ecuación alométrica del cacao se muestrearon 7 plantas cuyas edades variaron de 01 hasta 22 años. Los resultados en captura de carbono en cada sistema agroforestal varían desde 26.2 t C ha<sup>-1</sup> para el sistema de Pachiza de 5 años hasta 45.07 t C ha<sup>-1</sup> 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 ha<sup>-1</sup> hasta 35.5 t ha<sup>-1</sup>, seguido por la biomasa de hojarasca que presentaron valores desde 4 t ha<sup>-1</sup> hasta 9.97 t ha<sup>-1</sup>; 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<sup>-1</sup>; mientras que los sistemas de 5 años se encuentran con reservas de carbono por debajo de los 30 t C ha<sup>-1</sup>. 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 CO<sub>2</sub> equivalente.



- Concha *et al.*, (2002) evaluó el secuestro de carbono por sistemas agroforestales amazónicos en Ucayali y Huánuco, provincias de Padre Abad y Tingo María y tres zonas: San Agustín, Previsto y Aguaytía. – Perú. evaluó los volúmenes de carbono secuestrado por seis sistemas agroforestales y/o sistemas de uso de la tierra: bosque primario, bosque secundario, café+sombra, silvopastura, pastura y huerto casero (tratamientos), en tres variantes ecológicas (repeticiones): selva alta, media y baja; fragmentando el muestreo en: a). biomasa arbórea, b). biomasa herbácea, c). hojarasca y d). cuatro estratos de suelo. En lo que se refiere a carbono total, el tratamiento parámetro: bosque primario, reteniendo 465.8 tC·ha<sup>-1</sup>, supera en 58 % a los SAF's: huerto casero y café+sombra; en 74.3 % al cuarto, SAF silvopastura y 80 % al otro testigo extremo, pastura. Sin embargo, todos estos, más el bosque de regeneración, son estadísticamente iguales e inferiores al bosque primario (P<0.01). Resultó sumidero estable (P<0.01) y considerable, el suelo. Retiene en casi todos los casos a excepción del bosque primario más de la mitad del carbono total. Existe una proporcionalidad inversa entre los sumideros arbóreo y edáfico, función de su grado de cobertura arbórea; los aportes de biomasa herbácea y arbustiva (fresca y hojarasca), son pobres, fluctuando entre el 1 y 2 % y los provenientes de árboles muertos, considerables pero oscilantes en los tratamientos bosque primario, bosque secundario y SAF café+sombra. Las diferencias de carbono secuestrado se deben exclusivamente a la proporción de la cobertura otorgada por la biomasa arbórea (P<0.05).

### 1.1.3. Antecedentes a nivel regional

- AIDER, ITTO, MINAG, (2012) estimaron el contenido de carbono en 4 estratos (aluvial inundable, terraza disectada suave, terraza baja, aguajal mixto) y en 4 tipos de reservorios (aéreo, subterráneo, hojarasca y suelo) en la comunidad nativa de Infierno, obteniendo así el mayor contenido de carbono en un bosque de terraza baja en el reservorio arbóreo con 121.1 tC/ha, y así mismo en el estrato aluvial inundable en el reservorio de hojarasca con 2.1 tC/ha.

- Bejar & Briceño, (2013) determinaron la reserva de carbono en un bosque de terraza alta mediante el método de ecuaciones alométricas, fundo el Bosque –las Piedras – Madre de Dios. Para calcular el stock de carbono se identificaron 03 componentes principales: Biomasa de árboles grandes (BAG) (árboles y fustales), Biomasa de árboles pequeños (BAP) (Latizales) y Biomasa Herbácea (BH) (Brinzales), también se evaluó el carbono presente en Hojarasca y Materia Muerta, obteniéndose como resultados para (BAG) un total de 271.05 tC/ha, para (BAP) 15.87 tC/ha., para (BH) 3.0075 tC/ha. Así mismo para Hojarasca y Materia Muerta se obtuvo 5.1116 tC/. La cantidad de carbono equivalente estimada presentó un valor de 452.16 t CO<sub>2</sub>-equi/ha respectivamente.
- Mamani, (2012), realizó un estudio en un bosque con paca de terrazas altas de la concesión de conservación “Gallocunca”, Sector Baltimore, Distrito Laberinto, Madre de Dios – Perú, en un área de 527.5 ha, dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva Nacional Tambopata. Se evaluaron 12 parcelas rectangulares, de diseño anidado (Honorio et al. 2010 y Araujo, 2011) para estimar la biomasa de árboles grandes (BAG) individuos con DAP≥10 cm en 0.5 ha (50x100 m), la biomasa de árboles pequeños (BAP) individuos con 2.5≤DAP<10 cm en 0.04 ha (20x20 m) y la biomasa herbácea (BH) individuos con DAP<2.5 cm en 0.0016 ha (4x4 m). Para estimar la biomasa se emplearon ecuaciones alométricas generadas localmente y a nivel de bosques tropicales (LULUCF, 2003 citado por Rüginitz *et al.*, 2009). La biomasa herbácea se obtuvo mediante un análisis de muestras de 200 gramos que se secaron a 80 °C en una estufa (Rüginitz et al. 2009). Los valores promedio de biomasa aérea estimados fueron 331.25 ±149.18 t/ha (conformados por la BAG en 306.07 t/ha, la BAP en 23.51 t/ha y la BH en 1.67 t/ha). Seguidamente se estimó el stock de carbono aéreo o la cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea del bosque con paca de terrazas altas, el cual en promedio fue de 165.63 ±74.59 t C/ha. Al respecto la cantidad de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq) que evitaríamos en emitir o liberar a la atmosfera, si estos bosques con paca de terrazas altas se conservaran, seria en promedio de 607.30 ±273.50 t CO<sub>2</sub>-eq/ha

- Martel & Cairampoma, (2012) determinaron en 4 tipos de formaciones vegetales (bosque de terrazas, bosque inundable, aguajal, pacal-carrizal) el carbono almacenado en el CICRA (Concesión de Conservación Los Amigos), obteniendo así los mayores valores para bosque de terrazas, con un promedio de carbono almacenado de 335.1101 tC/ha, y a los menores valores de promedio de carbono almacenado para el tipo de vegetación pacal-carrizal con 39.8697 tC/ha, así mismo se llegó a determinar que la menor concentración de carbono almacenado se encuentra en el componente herbáceo y la mayor en el componente arbóreo con 2.4772 y 30.2213 kg/m<sup>2</sup>, respetivamente.
- Araujo *et al.*, (2011) determinaron en Madre de Dios que los bosques de tierra firme contienen significativamente más madera muerta que los bosques inundables, además de que la necromasa solo constituye el 11% de la biomasa área vegetativa, y que el departamento de Madre de Dios contiene alrededor de 100 megatoneladas de carbono en madera muerta.
- Recavarren, (2011), determinó que de 10 tipos de estratos estudiados para estimar el stock de carbono, el estrato de terrazas bajas es el que mayor carbono almacenado posee por área, obteniendo así un valor de 532.078 tC/ha.
- Chulla, 2009, cuantificó el carbono secuestrado por la cubierta de los frutos (cocos) de castaña (*Bertholletia excelsa*), para una eventual compensación por la mantención y valorización de los bosques maduros. Resultando valores para cada coco desde 27.98 g hasta 168.17 g, con una media de 64 g, que corresponde al 27.48% de la masa total del coco. Este estudio se realizó en una concesión castañera del departamento de Madre de Dios.
- GREENOXX *et al.*, (2009) estimaron la cantidad de carbono almacenado en los Bosques de las Concesiones Forestales Maderacre y Maderyja en Madre de Dios, Perú. La estimación de la cantidad de carbono almacenado en la biomasa (aérea y subterránea) de los bosques de las concesiones forestales, son detallados a continuación: En la vegetación de Maderacre se encontró que el Bosque con paca almacena en promedio 238.83 t C/ha, Bosque de vigor (2) 248.13 t C/ha, Bosque de vigor (3) 291.50 t C/ha y Pacal 244.68 t C/ha. Por lo que en Maderacre hay un

promedio de 234.15 t C/ha almacenados, con una superficie de 49, 376 ha, lo que resulta en un total de 11 561 390.40 de toneladas de carbono y/o de 42 392 150.18 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente en toda la concesión. Con respecto en la vegetación de Maderyja se encontró que el Bosque con paca almacena en promedio 186.21 t C/ha, Bosque de vigor (2) 236.01 t C/ha, Bosque de vigor (3) 221.61 t C/ha y Pacal 210.58 t C/ha. Lo que resulta que en Maderyja hay un promedio de 223.21 t C/ha almacenados, con una superficie de 49 556 ha, lo que resulta en un total de 11 061 394.76 de toneladas de carbono y/o de 40 558 816.17 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente.

- Chambi, (2001) realizó el estudio de valoración económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa de la cuenca del río Madre de Dios e Inambari, Perú, con un área de estudio de 2 448 000 ha. La estimación del secuestro potencial de carbono involucra, la evaluación de la biomasa que fue realizada en el bosque del Fundo San Antonio (50 ha.) ubicado a 21 Km y el Fundo las Hormigas (75 ha.) a 65 Km, ambos ubicados en la carretera Puerto Maldonado-Cuzco, se tomó como unidad de muestreo 6 parcelas de 0.05 ha (20x25 m). La biomasa se estimó mediante el factor de expansión de volumen (FEV) y el factor de expansión de biomasa (FEB) de Alpízar (1997). Reportándose en la biomasa aérea (árboles, arbustos y hierbas) la cantidad de 414.443 t/ha y el contenido de carbono en 207.222 t C/ha. Se reportó biomasa en 42.481 t/ha y 372.492 t/ha para individuos con  $2 \leq \text{DAP} < 10$  cm y  $\text{DAP} \geq 10$  cm respectivamente. Se obtuvo el siguiente modelo matemático  $d\text{NC}/dt = \text{FE} - \text{FS}$ , para estimar el secuestro de carbono. El valor económico del secuestro de carbono se obtuvo sobre la base del cálculo de biomasa teniendo en cuenta factores de regeneración, reforestación, deforestación de bosques y considerando tres escenarios de precios US \$/t CO<sub>2</sub>, US \$/t CO<sub>2</sub> y US \$/t CO<sub>2</sub>.
- WINROCK (2006) determinó el almacenamiento de carbono en los bosques de la Concesión de Conservación Los Amigos, Madre de Dios, Perú. La concesión de conservación Los Amigos tiene un área de 145, 735 ha, dominados por Bosque de Colinas (BC), Bosque de Terrazas Inundables (BTI), Bosque de Terrazas Aluviales

(BTA) y Bambú (B), con altitudes que varían de 200 a 350 msnm. El estudio incluyó dos elementos principales: la evaluación basada en imágenes aéreas de biomasa leñosa sobre el suelo y un inventario de campo de biomasa forestal. Se evaluó la biomasa aérea en parcelas circulares anidadas, con radios de 20 m (individuos de árboles y palmeras con DAP  $\geq$  20 cm), radios de 4 m (individuos de árboles con  $5 \geq$  DAP  $\leq$  20 cm) y radios de 1 m (individuos con DAP  $\leq$  5 cm, hasta 1.3 m de altura) fueron medidos. El contenido de carbono en promedio ponderado en los tipos de vegetación fue de 172 t C/ha. La densidad de carbono en la biomasa aérea fue más alto en los tipos BC, BTI, B (185, 188, 123 t C/ha). Aunque la densidad de carbono en los BTA es uno de los más bajos (168 t C/ha), este cubre el 48% de la concesión y contiene la más grande reserva de carbono, con 12 879 282 t C. en total estos bosques almacena 21 665, 000 t C en la biomasa leñosa y carbono equivalente en total contiene unos 79.4 millones de t CO<sub>2</sub>.

- Asner *et al.*, (2010) estimaron el stock de carbono encima del suelo (AGC) o aéreo en la selva amazónica del departamento de Madre de Dios, Perú mediante la aplicación de tecnologías LiDAR basado en tipo de vegetación e información de satélite, con el que desarrolló un mapa de stock de carbono aéreo de 0.1 hectáreas de resolución en un área de 4.3 millones de hectáreas, como un procedimiento de la cartografía a escala nacional de REDD. Para ello se utilizaron información de parcelas de campo del proyecto RAINFOR (individuos con DAP  $\geq$  10 cm), donde se convirtió las mediciones del LiDAR de la estructura del bosque a densidad de carbono aéreo. El stock de carbono estimado fue de 395 Tg (millones de toneladas métricas), y las tres principales fuentes de variación de carbono en los bosques estuvieron mediadas por el sustrato geológico, estas son: Sustratos terciarios ubicados hacia el norte con densidades de carbono 85 - 100 t C/ha, superficies planas aluviales del Holoceno ubicados hacia el centro-este con densidades de carbono 110 - 125 t C/ha y superficies del Cretácico ubicados hacia el suroeste con densidades de carbono de 65 - 80 t C/ha.

## 1.2. Conceptos fundamentales

- **Biomasa:** Es la cantidad total de materia viva presente en un sistema biológico, generalmente se expresa en unidades de peso seco por unidad de superficie (Mg /ha o t/ha). (Brown, 2003 citado por Araujo, 2011).
- **Necromasa:** Parte de la biomasa de un ecosistema, formada por los cadáveres y órganos muertos, en ocasiones unidos aún a los seres vivos, como es el caso de las ramas, hojas e inflorescencias muertas. Además de esta necromasa, en el suelo de los ecosistemas existe siempre una cantidad de materia orgánica en diverso grado de descomposición, llegando en sus últimas etapas a la formación del humus. (Multimedios Ambiente Ecológico, Diccionario Ecológico, 2011).
- **Cambio climático:** Es un cambio que le es atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición global atmosférica, agregada a la variabilidad climática natural observada en periodos comparables de tiempo. (Palomino, 2007).
- **Captura de carbono:** Captación y almacenamiento de carbono, el carbono no se libera. Los árboles absorben dióxido de carbono y emiten oxígeno a través de la fotosíntesis. Los árboles también almacenan carbono en su biomasa, como madera. (Angelsen *et al.*, 2010).
- **Dióxido de carbono:** Gas incoloro, inodoro e incombustible que se encuentra en baja concentración en el aire que respiramos (en torno a un 0,03% en volumen). El dióxido de carbono se genera cuando se quema cualquier sustancia que contiene carbono. También es un producto de la respiración y de la fermentación. Las plantas absorben dióxido de carbono durante la fotosíntesis. (Palomino, 2007).
- **Ecuaciones o modelos alométricos:** Un modelo alométrico es una relación matemática entre una variable independiente y una dependiente. La biomasa puede ser estimada a partir de métodos destructivos (peso de componentes de individuos) o a partir de parámetros biométricos estimados en campo directamente (diámetro y altura). (Chacín, 1998; Nelson *et al.*, 1999)

- **Gases de efecto invernadero:** Gases integrantes de la atmósfera de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera y las nubes. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) y metano (CH<sub>4</sub>) son los principales gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre. Además existe en la atmósfera una serie de gases de efecto invernadero totalmente producidos por el hombre, como los halocarbonos y otras sustancias que contienen cloro y bromuro, de las que se ocupa el Protocolo de Montreal. Además del CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, y CH<sub>4</sub>, el Protocolo de Kyoto aborda otros gases de efecto invernadero, como el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>), los hidrofluorocarbonos (HFC), y los perfluorocarbonos (PFC). (Palomino, 2007).
- **Reservorios:** Reservorio o depósito que tiene la capacidad de acumular o liberar carbono. Los Acuerdos Marrakesh estipulan que se deben contar todos los cambios en los siguientes reservorios de carbono: biomasa de superficie, biomasa subterránea, basura, madera muerta y carbono orgánico del suelo. (Angelsen *et al.*, 2010).
- **Secuestro de carbono:** Es cualquier incremento de carbono que no sea en el stock de la atmósfera. Así por ejemplo una plantación está removiendo activamente carbono de la atmósfera y aumentando el stock en la biomasa, pero también lo hacen los bosques naturales aunque con una menor tasa. Se expresan en t/ha/año. (Angelsen *et al.*, 2010).
- **Servicio ambiental:** Es el resultado de procesos ecológicos de los ecosistemas que generan beneficios económicos, sociales y ambientales a la sociedad, como; captura del dióxido de carbono, conservación de la biodiversidad, servicios hidrológicos, belleza escénica, protección contra desastres naturales. (Palomino, 2007).
- **Stock de carbono:** Es la cantidad absoluta de carbono almacenado en un depósito en un momento determinado, generalmente expresado en Mg C /ha o t C/ha. (Rügnitz *et al.*, 2009).

- **Carbono equivalente:** El dióxido de carbono equivalente (Carbon Dioxide Equivalente (CO<sub>2</sub>-eq) es una medida universal de medición utilizada para indicar la posibilidad de calentamiento global de cada uno de los gases con efecto invernadero. Es usado para evaluar los impactos de la emisión (o evitar la emisión) de diferentes gases que producen el efecto invernadero. La “posibilidad de calentamiento global. (The World Bank, 2012).

### **1.3. Revisión bibliográfica**

#### **1.3.1. El cambio climático, antecedentes e importancia**

El cambio climático es un efecto natural que se ha dado desde hace millones de años. Desde la formación de la Tierra, han transcurrido varias etapas de cambio en la temperatura global (referente al planeta o globo terráqueo) desde glaciaciones hasta épocas de deshielos (MAE 2011). El Cambio Climático se refiere al cambio en el clima que es atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera y que es adicional a la variabilidad climática observada a través de periodos de tiempo comparables (IPCC, 2001; citado por MAVDT, 2010). No obstante, en el último siglo han ocurrido diversas manifestaciones climatológicas extremas que indican que el sistema climático mundial ha sido afectado por las actividades humanas (Del Alamo 2007, citado por Ureta 2009) por lo que diversos estudios han demostrado que el incremento percibido en la temperatura global está directamente asociado con el aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI) (Vignola 2006, Djoghlaif 2007, Smith 2007, citado por Ureta 2009) en especial de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) (COP 12; 2006, IPCC 2007, citado por MAVDT, 2010). El incremento de este fenómeno se evidencia con mayor claridad a partir de la revolución industrial iniciada en el siglo XIX, y viene en aumento en la actualidad (MAE, 2011) (Figura 1). Sin embargo los GEI son importantes en la atmósfera porque determinan la temperatura media de la tierra al absorber ciertos tipos de radiación infrarroja que de otra manera escaparían y mantiene el planeta más caliente (WRI 1994, citado por Rüginitz *et al.*, 2011).



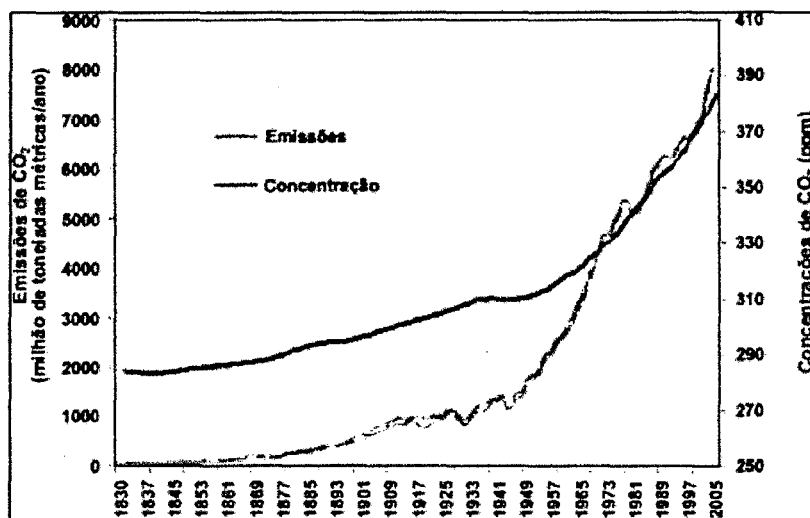


Figura 1. Concentración y emisiones de dióxido de carbono en los últimos 150 años.

Fuente: The COMET 2009, citado por Rüginitz *et al.*, 2011 & Mamani 2012.

### 1.3.2. Carbono

El carbono es un elemento fundamental de los compuestos orgánicos y constituye una de las moléculas más importantes para la vida. El movimiento de carbono ocurre a diferentes escalas espacio-temporales, que van desde el nivel molecular hasta el global (Jaramillo, 2004). Los procesos metabólicos de los organismos constituyen el motor que dirige el ciclo global del carbono en escalas de tiempo que abarcan desde segundos hasta varios cientos de años (Chapin *et al.*, 2002).

Durante la Revolución Industrial, las concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico variaron sólo un poco, incrementando de 260 a 285 ppm en el siglo XIX. La relativa constancia en las concentraciones de CO<sub>2</sub> durante los milenios anteriores implica una constante en el ciclo global del carbono. Hay cuatro reservorios principales de carbono, que son, en orden decreciente de tamaño el geológico (litósfera), el oceánico (hidrósfera), el terrestre (biósfera) y el atmosférico (atmósfera). Aunque la atmósfera es el reservorio más pequeño, nos muestra los cambios en el almacén de carbono en la atmósfera que en última instancia ofrece una conexión directa entre los cambios del ciclo global del carbono y los cambios en el clima (Malhi *et al.*, 2002; Holmén, 2000).

### **1.3.2.1. El ciclo del carbono**

Ordoñez (1999), menciona que, este ciclo gira especialmente alrededor del dióxido de carbono, ya que constituye la especie química predominante en la atmósfera. El ciclo funciona básicamente a través de la fotosíntesis, la respiración, las emisiones por quema de combustibles fósiles y fenómenos naturales como las erupciones volcánicas, en la figura 1, se muestra su representación.

A sí mismo afirma que, el ciclo del carbono es el responsable de la cantidad de CO<sub>2</sub> contenido en la atmósfera, ya que es el mecanismo que equilibra las cantidades de carbono presentes en los diferentes reservorios o almacenes de carbono en el planeta. Como consecuencia se establece todo un balance de carbono a través de procesos fijadores/almacenadores de carbono y otros que a su vez lo emiten.

Oliva y García (1998), afirman que, en los ecosistemas terrestres, la vía más importante del flujo de carbono atmosférico a la vegetación y el suelo es biológica, por medio de la fotosíntesis y la descomposición, respectivamente. Este flujo involucra muchos procesos interactuantes, los cuales mantienen el equilibrio dinámico del intercambio de gases atmósfera planta suelo (figura 1). Como se mencionó anteriormente, la deforestación puede afectar este equilibrio dinámico de intercambio de gases, por lo que es muy importante conocer cuáles son los mecanismos que lo controlan.

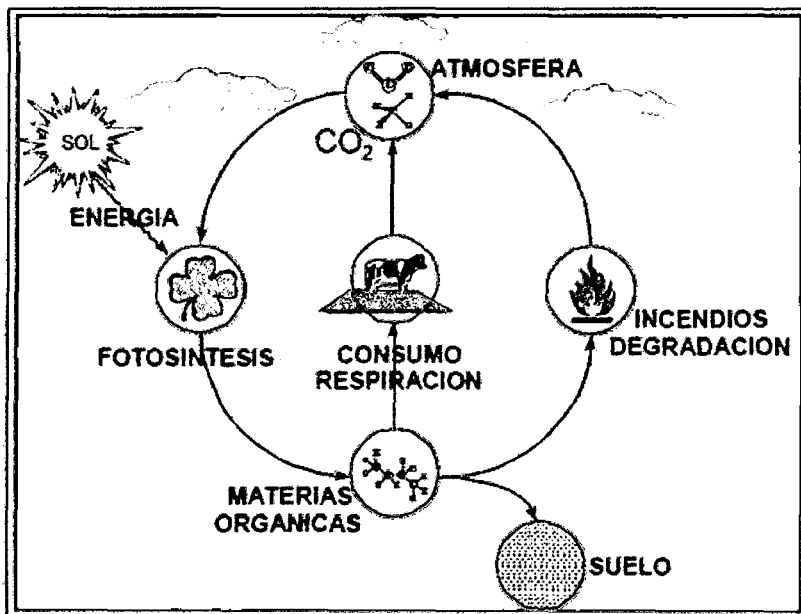


Figura 2. Ciclo del carbono terrestre.

Fuente: Zamora, 2003.

Oliva y García-Oliva (1998), mencionan que, la incorporación del C al ciclo biológico se da por medio de la fotosíntesis que produce energía bioquímica para los procesos fisiológicos y de formación de materia biológica (biomasa) a partir del CO<sub>2</sub>, energía radiante y nutrientes.

El CO<sub>2</sub> es tomado directamente de la atmósfera y su asimilación por la planta es conocida como fotosíntesis gruesa. Pero no todo el CO<sub>2</sub> asimilado es transformado a biomasa, sino que una parte retorna a la atmósfera por medio de la respiración que se lleva a cabo durante los procesos fisiológicos

Castellanos y col. (1991), afirman que el carbono fijado por las plantas se transforma en moléculas móviles, que se asignan a las diferentes estructuras de la planta para satisfacer sus demandas fisiológicas y estructurales. Esta asignación determina las rutas por las cuales se dará posteriormente el flujo de C al suelo.

### 1.3.3. El papel de los ecosistemas de bosques en el cambio climático

Los bosques tropicales son importantes en el balance del carbono (C) global, pues representan cerca del 59% del C total acumulado en los ecosistemas boscosos del

mundo (Dixon *et al* 1994, citado por Quinto 2010). Dado que estos ecosistemas capturan CO<sub>2</sub> atmosférico mediante el proceso de fotosíntesis y lo acumulan en sus tejidos (Chazdon & Montgomery 2002, Clark *et al.*, 2001a, citado por Quinto 2010); el estudio de la dinámica de la biomasa y el C es fundamental para comprender el papel que éstos desempeñan en el ciclo global de este elemento (Clark *et al* 2001a, Sierra *et al* 2007, citado por Quinto 2010) y en la mitigación del cambio climático (Brown 1997, IPCC 2001, citado por Quinto 2010).

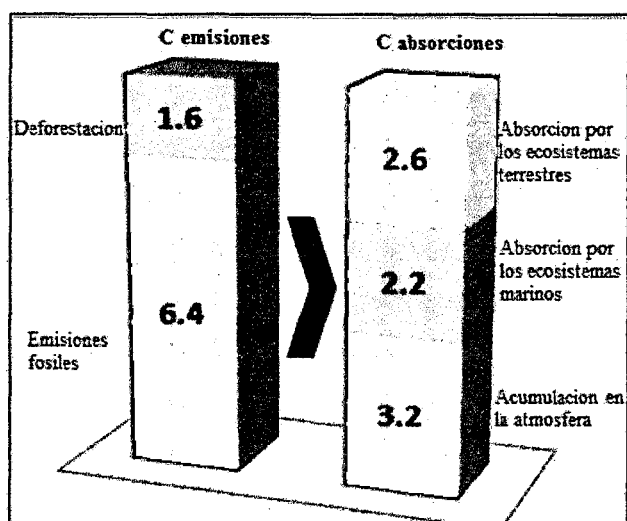


Figura 3. Balance global anual de los flujos de carbono (emisiones y absorciones) a nivel mundial en Gt C-eq.  
Fuente: ONFI/IPCC, 2007; citado por Chenost *et al.* 2009.

### 1.3.3.1. Depósitos o reservorios de carbono

De acuerdo con la Guía de Buenas Prácticas del Uso de la Tierra, cambio del Uso de la tierra y bosques (IPCC, 2006) existen cinco tipos de depósitos de carbono (Tabla 1). Según Araujo (2011) la clasificación de reservorios de carbono, considera dos componentes, la biomasa viva y la biomasa muerta (necromasa). La biomasa viva se subdivide en biomasa aérea y biomasa de raíces; tres estratos y/o componentes es necesario aplicar para incluir la biomasa aérea, la biomasa de árboles grandes (BAG), biomasa de árboles pequeños (BAP) y biomasa herbácea (BH). Para la biomasa de raíces considera raíces finas y raíces gruesas. Para la necromasa, considera tres

componentes, árboles muertos en pie (necromasa arbórea parada), árboles muertos caídos (necromasa arbórea caída), las ramitas, ramas, tallos con diámetro < 2 cm de grosor, y la hojarasca (necromasa sobre el suelo).

**Cuadro 1. Descripción de los distintos tipos de depósitos de carbono**

DEPÓSITO		DESCRIPCIÓN
Biomasa	Biomasa aérea	Toda la biomasa de la vegetación viva, tanto maderera como herbácea, que se halla por encima del suelo, incluidos tallos, cepas, ramas, corteza, semillas y follaje.
	Biomasa subterránea	Toda la biomasa de las raíces vivas. A menudo, las raíces finas, de menos de 2 mm de diámetro (sugerido), se excluyen porque, empíricamente, no se las puede distinguir de la materia orgánica del suelo o de la hojarasca
Materia orgánica muerta	Madera muerta	Incluye toda la biomasa leñosa no viviente que no está contenida en la hojarasca, ya sea en pie, tendida en el suelo o enterrada. La madera muerta incluye la madera tendida en la superficie, las raíces muertas y las cepas de 10 cm de diámetro o más.
	Hojarasca	Incluye toda la biomasa no viva con un tamaño mayor que el límite establecido para la materia orgánica del suelo (sugerido 2 mm) y menor que el diámetro mínimo elegido para la madera muerta (p. ej. 10 cm), que yace muerta, en diversos estados de descomposición por encima o dentro del suelo mineral u orgánico. Incluye la capa de hojarasca como se la define habitualmente en las tipologías de suelo. Las raíces vivas finas por encima del suelo mineral u orgánico (por debajo del diámetro mínimo límite elegido para la biomasa subterránea) se incluyen con la hojarasca cuando no se las puede distinguir de esta última empíricamente.
Suelos	Materia orgánica del suelo	Incluye el carbono orgánico contenido en suelos minerales hasta una profundidad dada, elegida por el país y aplicada coherentemente a lo largo de la serie temporal; las raíces finas vivas y muertas que se encuentran dentro del suelo y que miden menos que el límite de diámetro mínimo (sugerido 2 mm) para raíces. El valor por defecto para la profundidad del suelo es de 30 cm.

Fuente: IPCC, 2006.

### 1.3.3.2. Biomasa en ecosistemas tropicales.

La biomasa forestal es una variable que se podría incluir dentro de la implementación de los planes de manejo, para el diseño de prácticas silvícolas, así como para el desarrollo de proyectos de investigación en los que se resalta la productividad del

ecosistema, el flujo de energía, la acumulación y la dinámica de nutrientes (Parresol, 1999). Esta, representa la cantidad de material acumulado en las plantas, en un momento dado, por unidad de área dada en la parte aérea y subterránea del ecosistema (Garcidueñas, 1987; Castellanos, 1993).

La cantidad de biomasa en un bosque es el resultado de la diferencia entre la productividad primaria bruta que se obtiene a través de la fotosíntesis y la respiración, la mortalidad y los procesos de herbivoría (Schroeder *et al.*, 1997; Colter *et al.*, 2003). Los cambios en la acumulación de biomasa se pueden dar como resultado de las actividades humanas, los procesos de sucesión natural, la calidad de sitio, la exposición, las condiciones climáticas y la degradación; por lo que la estimación de la biomasa se puede emplear para comparar la estructura y atributos funcionales de los ecosistemas forestales en un intervalo similar de condiciones climáticas (Schroeder *et al.*, 1997).

La distribución de la biomasa en los componentes de un árbol permite conocer cómo se comporta la acumulación de nutrientes, los reservorios de carbono, la producción primaria neta y cómo es que algunos factores como la luz, el agua y la densidad influyen en el crecimiento (Van Lear *et al.*, 1984; Colter *et al.*, 2003; Fournier *et al.*, 2003). De igual manera permite analizar al individuo como un todo o en fracciones específicas presentes en cada componente (Hairiah *et al.*, 2001). En especies arbóreas, sobre todo en especies caducifolias, la biomasa varía en cada componente como una respuesta a diversos factores como la edad, el sitio, la especie, las condiciones climáticas, el tratamiento silvícola, la pendiente, la altura sobre el nivel del mar, la exposición, la densidad del rodal, la variación genética y el año en que se realiza el muestreo (Garcidueñas, *et al.*, 1988; Bown, 1992; Zianis y Mencuccini, 2003). Por otro lado, el aumento en la densidad de un rodal se refleja con el incremento en el uso de los recursos del sitio como el agua, la luz y los nutrientes, teniendo como resultado una competencia dentro del árbol en la distribución de la biomasa aérea y subterránea (Colter *et al.*, 2003). Oliver y Larson (1990) mencionan que en condiciones normales de densidad, la distribución de fotosintetizados se destina al crecimiento del follaje y las raíces finas, y tiene prioridad sobre el crecimiento en diámetro; mientras

vulnerabilidad establecidos por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (MINAM, 2011).

#### **1.3.6.1. Bosques de Selva Baja**

Se encuentran ubicados en la cuenca del Amazonas y en algunas partes del país bordean, la frontera del Perú con Ecuador, Colombia, Brasil y Bolivia. Los bosques de selva baja se extienden hasta una altitud que no supera los 800 msnm, desde el nororiente hasta el suroccidente conformado por los departamentos de Loreto, Ucayali, Cusco y Madre de Dios, que cubren una superficie de 53 432 618 millones de hectáreas, lo que equivale al 72.9 % de la superficie de bosque del Perú (MINAM & MINAG, 2011 Citado por Mamani 2012). Sus árboles pueden llegar hasta los 40 metros de altura, con 2-3 metros de diámetro. Las partes bajas de la cuenca del río Amazonas, sufren inundaciones periódicas durante la estación de creciente de los ríos, que crean zonas pantanosas con aguas empozadas llamadas cochas (lagunas abandonadas creadas por la dinámica de los ríos), cuyos árboles tienen un tamaño que oscila entre los 5 y los 25 metros en los que encontramos multitud de especies de flora y fauna. Dentro de la diversa flora presente en este tipo de bosques también encontramos semillas comestibles como la castaña (o nuez amazónica), que en Madre de Dios (donde existen castañales en casi el 20% de su territorio) forma parte de la gastronomía local. También se cuenta con plantas medicinales, como como la uña de gato, la sangre de grado, la copaiba, la chanca piedra y el ojé. Ofrecen maderas finas como la caoba, cedro, tornillo, shihuahuaco, estoraque y otras.

#### **1.3.7. Captura de Carbono Como Servicio Ambiental**

Como se ha mencionado anteriormente la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmósfera se debe a que los sumideros naturales no alcanzan a capturar su creciente emisión. De acuerdo con Schimel (1995), existe un déficit en la captura de carbono al comparar las cantidades de este gas emitido versus los sumideros.

En 1999 la FAO mencionó la importancia de incorporar una perspectiva integral económico-ecológica, basada en la cuantificación de los bienes y servicios ambientales.

Particularmente los árboles asimilan y almacenan grandes cantidades de carbono durante toda su vida. Los bosques del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% de flujo anual de carbono de la atmósfera y de la superficie de la tierra (Montoya *et al.*, 1995).

El papel de los bosques en el ciclo global de C está sujeto a la influencia de causas naturales y humanas, ya que las perturbaciones motivan con frecuencia que los bosques se conviertan en fuentes de CO<sub>2</sub> debido a que la tasa de productividad primaria neta es sobrepasada por la respiración total u oxidación de las plantas, el suelo y la materia orgánica muerta. En contraste, algunas áreas boscosas degradadas que son abandonadas o se transforman en plantaciones se convierten en sumideros de C, es decir, la tasa de respiración de las plantas, el suelo y la materia orgánica muerta es sobrepasada por la productividad primaria neta (Brown, 1997).

Los bosques han sido considerados sumideros de carbono, debido a su gran capacidad de captura y almacenamiento del carbono (IPCC, 2001). Las graves consecuencias de la disminución de áreas forestales, como la pérdida de la biodiversidad y el aumento de gases de efecto invernadero ha incentivado, a nivel mundial, el establecimiento de acuerdos generales sobre el manejo y preservación de todos los tipos de bosques (Dixon *et al.*, 1993; Vitousek 1994).

Torres y Guevara (2002), mencionan dos razones fundamentales por las cuales no se generan señales a favor de la conservación de los recursos naturales y con ello una producción sostenida de servicios ambientales, a) la falta de un mercado que provoca que no exista un precio que refleje cuánto cuesta producirlos, por lo que la sociedad actúa como si no costara nada destruirlos o como si existieran en cantidades ilimitadas; b) el desconocimiento de las relaciones de producción entre cantidad de servicios producidos y características de las áreas naturales, lo cual, limita el número de alternativas de manejo que aseguren la sustentabilidad de estas áreas.



De acuerdo con la SEMARNAT (2004), la valoración económica es el proceso mediante el cual se hace una medición o estimación cuantitativa del beneficio/utilidad generado por el uso de un ecosistema y sus recursos naturales y el beneficio o utilidad proporcionado por su mera existencia.

## **CAPITULO II**

### **MATERIALES Y METODOS**

#### **2.1. Descripción del Área de Estudio**

##### **2.1.1. Aspectos Generales**

Patrocinador: Consorcio Madre de Dios (El consorcio Madre de Dios, en el marco de la Iniciativa para la Conservación en la Amazonía Andina (ICAA) de USAID, busca contribuir con la consolidación de la gestión ambiental en Madre de Dios a través la cooperación entre universidades, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. Así, promueve la investigación, el fortalecimiento de capacidades y compromisos para el desarrollo de políticas públicas que favorezcan la conservación y el manejo sostenible de los recursos naturales)

Descripción: Tierras de Propiedad Privada “Comunidad Nativa Puerto Arturo”

##### **2.1.2. Ubicación del área de estudio**

La Comunidad Nativa Puerto Arturo se localiza en la Selva Sur Oriental del Perú, provincia Tambopata en la Región de Madre de Dios. Limita por el norte con predios agrícolas, por el sur con el río Madre de Dios y la desembocadura del río Piedras, por el Este con concesiones Castañeras y concesiones de Conservación y predios agrícolas, por el Oeste con predios agrícolas.

##### **Se ubica Políticamente en:**

Departamento	:	Madre de Dios
Provincia	:	Tambopata
Distrito	:	Las Piedras
Sector	:	Puerto Arturo

##### **Se ubica geográficamente en:**

**Cuadro 2. Coordenadas UTM de la Comunidad Nativa.**

<b>VERTICE</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>	<b>VERTICE</b>	<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
V1	474376	8627761	V15	475337	8618767
V2	475359	8627837	V16	475266	8618972
V3	478481	8627999	V17	475239	8619592
V4	478516	8627718	V18	475385	8620250
V5	478555	8627556	V19	475315	8620451
V6	478516	8627379	V20	475249	8620995
V7	478542	8626897	V21	475045	8622185
V8	478652	8626210	V22	474849	8622924
V9	478687	8626138	V23	474822	8622985
V10	479037	8624055	V24	474522	8624797
V11	479549	8622164	V25	474415	8626817
V12	479438	8619946	V26	475972	8617458
V13	479446	8619878	V27	478693	8619353
V14	475552	8617167	V28	474506	8625394

Fuente: Elaboración propia, 2013.

**Tiene una extensión de:**

Área total: 3781.5 ha.

Perímetro: 28.56 Km.

**La accesibilidad**

El acceso a la Comunidad se da por vía terrestre (preferente) y fluvial. Por vía terrestre se toma la carretera a la comunidad de El Prado ubicada frente a la Comunidad Nativa Puerto Arturo aproximadamente a 16 kilómetros de la ciudad de Puerto Maldonado. Por vía fluvial, en Puerto Capitanía se aborda un bote, aguas arriba del Río Madre de Dios margen derecha, navegando aproximadamente 3 horas. La comunidad de Puerto Arturo se encuentra al borde del río, requiere caminar unos 200 metros para llegar a su salón comunal.

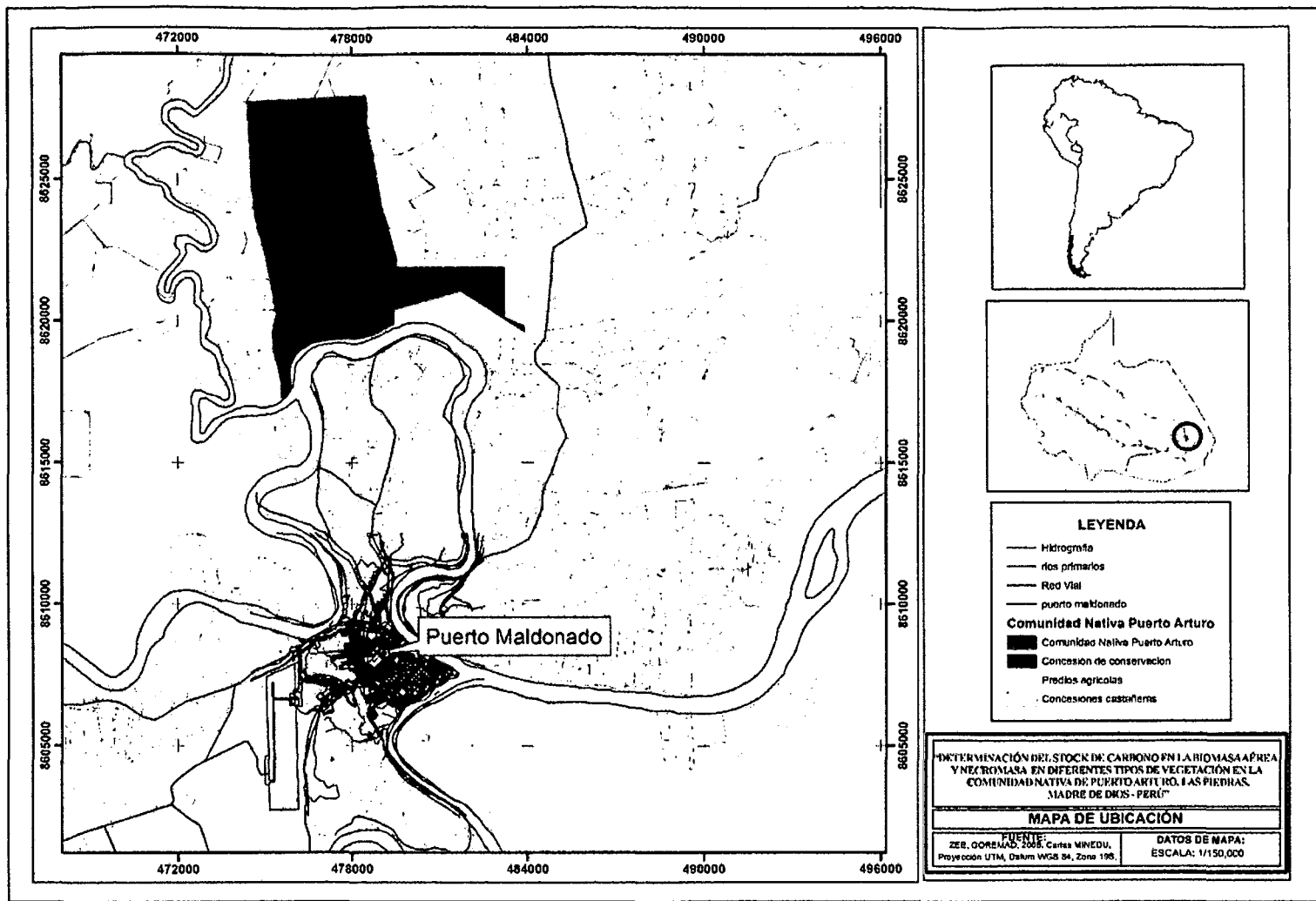


Figura 4. Ubicación de la comunidad nativa Puerto Arturo.

Fuente: Elaboración propia, 2014.

### **2.1.2.1. Hidrología**

El flujo hidrológico de la comunidad está conformado por una quebrada sin nombre que desemboca al río Madre de Dios. (PGM, 2013).

### **2.1.2.2. Clima**

El clima es cálido tropical, caracterizándose por tener temperaturas constantes, con promedios mensuales de entre 24 - 26 °C, con valores mínimos entre los 12 - 20 °C y máximos entre 33 - 37 °C. (INRENA, 2003).

### **2.1.2.3. Tipos de Vegetación**

#### **2.1.2.3.1. Bosques semicaducifolios densos en planicies (Bsd-p)**

Estas comunidades boscosas ocupan grandes extensiones, con 1314252 ha (15.42 % de la región Madre Dios según la ZEE), relieves planos, ondulados y ligeramente disectadas que definen redes de quebradas y riachuelos, suelo arcilloso a arenarcilloso, con buen drenaje. Están localizados principalmente al sureste del departamento. En la composición florística, la diversidad es media comparada con otros bosques de planicies del llano amazónico. Sin embargo, según la diversidad  $\alpha$  Fisher los valores son de bajo a regular (14.44 a 169.7). En la fisonomía y estructura, en los terrenos planos el dosel supera los 30 m de alto y en los disectados supera los 35 m de alto y DAP  $\geq$  100 cm, raras veces se encuentra fustes con DAP de 200 cm; los árboles emergentes llegan hasta 35-40 m de alto. También existen manchales aisladas de "paca" *Guadua* sp., cuyos culmos se entrecruzan hasta los 10 - 20 m de alto. En general, la fisonomía y estructura están conformadas por árboles grandes, con cobertura abierta a semiabierta, de comportamiento típicamente semicaducifolia (de julio a noviembre) con intensa fructificación, y abundancia de follaje de retoños y floración de diciembre a marzo. En el estrato superior se intercalan algunas especies de palmeras, con herbáceas epífitas y bejucos frondosos; en el estrato medio se hallan árboles y arbustos y palmas que miden entre 10 y < 20m de alto. Hay varias

especies que pueden llegar a formar pequeñas colonias, o manchales, de *Bertholletia excelsa*, *Phenakospermum guyannense*, *Pausandra trianae*, *Rinorea pubiflora*, *R. viridifolia*, entre otras. Entre estos bosques se hallan las "supaychacras" con dominancia de arbolillos de *Duroia hirsuta*, resultado de las interrelaciones con hormigas. También son importantes las ocurrencias de "claros naturales" de casi 0,1 ha, originados por las caídas de árboles gigantes por senectud o por acción del viento, donde se manifiesta una dinámica sucesional. Entre las especies representativas de los terrenos planos destacan los árboles de *Xylopia cuspidata*, *Aspidosperma parvifolium*, *A. vargasii*, *Cedrelinga cateniformis*, *Bertholletia excelsa*, *Eschweilera coriácea*, *Cedrela odorata*, y otros. (GOREMAD ZEE, 2008; IIAP, 2008).

#### **2.1.2.3.2. Complejo de chacras y purmas (Cpc)**

Este tipo de cobertura vegetal está caracterizada por los procesos sucesionales de la ocupación del espacio por las formas vegetales, hábitos coloniales criptogámicos, herbáceos hasta árboles, en claras manifestaciones de competencia y selección para poblar los terrenos deforestados y sujetos a las actividades de agricultura, minería y ganadería. Alcanza una extensión de 33,4081 ha (3.95 % de la región Madre de Dios según la ZEE) a lo largo de la carretera Quincemil Puerto Maldonado Mavila Iberia e Iñapari. Está conformada por un mosaico de cultivos de frutales, pastos y cultivos en terrenos de reciente deforestación, sujetos al manejo de deshierbo y aplicación de herbicidas, y casi siempre a la quema. Otro mosaico está conformado por las purmas o barbechos en abandono con cobertura herbácea en el primer año, seguido de arbustiva y arbórea en los años siguientes, como resultado de los diferentes estados sucesionales en variadas asociaciones. La cobertura herbácea primaria alcanza hasta unos 2 m de alto, mientras que la arbórea después de 5 a 10 años supera los 25 m de alto. La cobertura varía de abierta en los estadios iniciales, semiabierta a cerrada en las más antiguas.

La composición florística presenta especies con alta presencia de luz, mientras que en otros sectores se encuentran asociaciones entre especies de bosque primario y

secundario. Composición florística, en el estrato superior son representativos: *Rollinia pittieri*, *Xylopia micans*, *Himatanthus sucuuba*, *Astrocaryum chambira*, *Oenocarpus mapora*. (GOREMAD ZEE 2008, IIAP 2008).

#### **2.1.2.3.3. Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o aguajales (Cpal-M)**

Estas comunidades de palmeras prosperan en planicies depresionadas o cubetas con anegación permanente, cercanas y laterales de los grandes ríos. El sustrato es fangoso, con materia orgánica en diferentes estados de descomposición. Se interpreta que el origen de estos aguajales está relacionado a dos factores de la dinámica de las inundaciones y movimientos de suelos. Uno, es la colmatación de las lagunas o “cochas” por sedimentos durante las crecientes, y otro es las amplias depresiones de las disecciones longitudinales de las planicies, algunas han sido seccionadas por la carretera entre Puerto Maldonado y Mavila. Ocupa 163412 ha (1.92 % de la región Madre de Dios según la ZEE.). La composición y estructura está definida por la dominancia de los aguajes *Mauritia flexuosa* asociadas con otras palmeras y algunos árboles, con dosel hasta de 30 m de alto. La diversidad florística es de baja a media. Se distingue dos subtipos, una con poblaciones densas de *Mauritia flexuosa*, y otras asociadas con árboles y otras palmeras.

La fisonomía y estructura presenta fustes de palmeras gruesas y erguidas, cuyos ejes de 40 – 45 cm de DAP terminan en corona de hojas; en parches asociadas a las copas de los árboles entre 20 y 30 m de alto, algunas emergentes de 35 m; mientras que en otros sectores están dispersos dejando espacios abiertos con dominancia de sotobosque. Casi no se evidencian estratos medios, con solamente algunos arbolillos y arbustos, y en el estrato inferior abundan las hierbas asociadas a pequeños arbustos y juveniles de *Mauritia flexuosa*, de 2 - 8 m de alto, y numerosas hierbas de ambientes muy húmedos.

Especies representativas:

Palmeras: En el estrato superior con abundancia de *Mauritia flexuosa*, asociadas a otras palmeras de *Euterpe precatoria*, *Oenocarpus bataua*, *Socratea exorrhiza*, *Attalea* sp.

Árboles: *Virola pavonis*, *Duguetia spixiana*, *Tetragastris panamensis*, *Pourouma cucura*, *Licania egleri*, *L. heteromorpha*, *Alchornea triplinervia*, (GOREMAD ZEE 2008, IIAP 2008).

#### **2.1.2.3.4. Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas (Cs-Ab)**

Comunidades representadas por estructura y composición sucesional de baja diversidad, con fisonomía de varias formas de vida, desde hierbas, arbustos, hasta árboles. Se desarrolla en áreas directamente influenciadas por la dinámica periódica estacional de los ríos de aguas blancas del río Madre de Dios y sus principales afluentes. Abarca una extensión de 89578 ha (1.05 % de la región Madre de Dios según la ZEE. ), ubicados en las orillas de los ríos Manu, Alto Madre de Dios, Madre de Dios, Las Piedras, Inambari, Tambopata, Tahuamanu, entre otros. Crecen sobre sustratos pedregosos y suelos de depósitos fluviales recientes, dependientes de la dinámica de los ríos que originan los complejos de orillares. Las hierbas, arbustos y árboles son de hábitos pioneros y colonizadores, heliófilas. Los árboles y arbustos ocupan los mayores espacios; pero presentan pocas especies en comparación con las especies herbáceas que ocupan menores espacios y por tanto contribuyen con mayor diversidad a la comunidad vegetal. La fisonomía y estructura es variada, desde las herbáceas menores de 1 m, hasta 20-25 m de alto en sectores arbóreos, mientras el diámetro medio puede medir 30 cm. (GOREMAD ZEE 2008, IIAP 2008).

#### **2.1.2.3.5. Comunidades pantanosas arbóreas (rencales y palmerales) (Cp-ar)**

Estas comunidades ocupan las planicies depresionadas y cubetas con terrenos pantanosos laterales y adyacentes a los grandes ríos de aguas blancas, conformando parches continuos y laterales de grandes matas de árboles grandes y frondosos, muy ramificados tanto en las ramas como en las raíces tipo fúlcreas, con caracteres



anastomosantes, asociados con palmeras. La diversidad florística es muy baja. Abarca 483032 ha (5.67 % de la región Madre de Dios según la ZEE.). La estructura está caracterizada por la dominancia, principalmente, de árboles frondosos de 20-25 m de alto como *Ficus trigona* y *Coussapoa trinervia* (renaco), y parches con palmeras estipitadas. El conjunto de ramas y raíces de los árboles de renacos dan el aspecto de barbacoas. Presentan cobertura abierta, en mosaico de copas amplias mientras y follaje fino de las palmeras entremezcladas. El estrato inferior es nítidamente más denso con hierbas y arbustos entrecruzadas, con clara mayor diversidad florística. (GOREMAD ZEE, 2008; IIAP, 2008).

## 2.2. Materiales, equipos y herramientas

### A. Materiales

- Micas
- Bolsas plásticas
- Sobre manila
- Tablero de campo
- Mapas de muestreo – A4
- Formatos de hoja de datos 1, 2, 3, 4 y 5
- Cinta de agua rojas
- Cinta masking blanca
- Plumón grueso indeleble negro
- Lapiceros
- Marco de PVC 50 x 50 Cm
- Lápiz con borrador
- Cinta diamétrica de 10 metros
- Wincha de 50 metros
- Linterna
- Pilas Duracell AA
- Pilas Duracell A
- Sacos Polietileno
- Botas de jebe
- Equipo de camping
- Poncho de plástico o impermeables
- Equipo de cocina
- Botiquín
- Pintura Spray color rojo
- Rafia

## **B. Equipos**

- Computadora (Microsoft Office, ArcGIS 10®), Equipos del CETEGERN-UNAMAD
- Receptor GPS Garmin Map 62S
- Cámara digital Sony
- Brújula SUUNTO
- Clinómetro SUUNTO
- Balanza de mano
- Balanza electrónica de 0.01 precisión
- Estufa (Equipo del Laboratorio Ambiental Regional de la UNAMAD)

## **C. Herramientas**

- Tijera podadora
- Tijera telescópica
- Machete
- Lima triangular

## **2.3. Metodología**

El método utilizado en el diseño de parcela e inventario de carbono en el reservorio de biomasa aérea y necromasa, está basado en la Metodología Procedimientos Operativos Estándar para la determinación de Carbono Terrestre (Walker *et al.*, 2007). Para estimar la biomasa y necromasa se emplearon ecuaciones alométricas (Cuadro 4), la biomasa de árboles mayores a 5cm de DAP se estimó con las distintas ecuaciones alométricas, según la que más se ajuste a los valores promedios (Honorio *et al* 2010; Araujo, 2011).

## **2.4. Tipo de Investigación o Método**

La investigación es descriptiva, y consistió en observar y estimar los componentes de biomasa aérea y necromasa. En cada tipo de vegetación A partir de estos datos se estimó el stock de carbono aéreo, sobre el suelo y el carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq).

## **2.5. Estadística Empleada**

### **2.5.1.1. Población**

Se consideró como población la superficie total de 3,781.5 ha. En ella se distribuyeron de manera aleatoria las parcelas con la herramienta Create Random Points de ArcGis 10.0®, la cual crea un número específico de proposiciones aleatorias en un área determinando rangos de distancia mínima de 500 m. de parcela a parcela definidos por el investigador.

### **2.5.1.2. Muestra**

Se realizó un premuestreo, en el que se evaluó 2 parcelas por cada tipo de vegetación haciendo un total de 10 parcelas para determinar el coeficiente de variación de la biomasa de los árboles  $\geq 5$  cm de DAP, posteriormente se determinó el número de parcelas necesarias, luego las parcelas de muestreo se distribuyeron de manera aleatoria. El muestreo estratificado permite una distribución de las muestras en forma proporcional al tamaño del estrato y a su desviación típica (varianza), (AIDER 2012).

## **2.6. Técnicas de análisis de datos**

El análisis estadístico empleado es de tipo descriptivo y comparativo:

Primero se determinó los promedios de biomasa o cantidad de carbono en los componentes de la biomasa aérea y necromasa para cada tipo de vegetación y se detalla mediante gráficos la representatividad. Posteriormente se calculó la biomasa aérea, necromasa y el stock de carbono por hectárea y por tipo de vegetación. Finalmente se calculó la cantidad de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq) del bosque.

Se utilizó el promedio y la desviación estándar para obtener el coeficiente de variación de la biomasa, y el número de muestras (parcelas) aleatorizado. A continuación se muestran las formulas respectivas.

<p>Promedio:</p> $\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$	<p>Coefficiente de Variación</p> $CV = \frac{S(x)}{\bar{X}} \times 100$
<p>Varianza:</p> $S^2(x) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$	<p>Desviación Estándar</p> $S(x) = \sqrt{S^2(x)}$
<p>Error Estándar</p> $S_x = \frac{S(x)}{\sqrt{n}}$	<p>Límite de Confianza</p> $LC = \bar{X} \pm t S_x$

Fuente: Rüginitz *et al.*, 2009.

Dónde:

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

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

$\bar{X}$  = Es el promedio.

Se realizó un muestreo aleatorio, el análisis estadístico empleado en el estudio es de tipo descriptivo, el cual consistió en comparar los promedios.

### 2.6.1. Ecuaciones empleadas para determinar el número de muestras en el área total y las muestras para cada estrato.

Para el cálculo del tamaño total de muestra y el tamaño de muestra por estrato se realizó un premuestreo del componente de biomasa aérea con 2 parcelas por tipo de vegetación haciendo un total de 12 parcelas, en el Cuadro 3 se aprecia los parámetros estadísticos como el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

El error asumido es del 5%.

Dichos parámetros estadísticos, se reemplazaron en la hoja de cálculo Winrock Terrestrial Sampling Calculator en el ítem source book for LULUCF projects (Walker *et al.*, 2007). La cual utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \frac{\left( \sum_{h=1}^L N_h * S_h \right)^2}{\left( N * \frac{E}{t} \right)^2 + \left( \sum_{h=1}^L N_h * S_h^2 \right)}$$

$$n_h = n * \frac{N_h * S_h}{\sum_{h=1}^L N_h * S_h}$$

Fuente: Avery, 1994, citado por Walker et al., 2007.

Dónde:

**E**= Error permisible o la mitad de la anchura deseada del intervalo de confianza. Se calcula multiplicando la población media de carbono por la precisión deseada (es decir, significancia de carbono \* 0.1 (para el 10% de precisión)

**C<sub>h</sub>** = Esfuerzo para seleccionar una parcela del estrato h

**t** = La simple estadística de la distribución t para el nivel de confianza del 95%.

**N<sub>h</sub>**= Número de unidades de muestreo para el estrato h (= área del estrato en hectáreas / superficie de la parcela.)

**N** = Número de unidades de muestreo en la población ( $N = \sum N_h$ )

**S<sub>h</sub>** = desviación estándar del estrato h

**W<sub>h</sub>**=  $N_h/N$

Cuadro 3. Parámetros estadísticos empleados para el cálculo del número de parcelas por tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Cód. vegetación	Desviación n Estándar	Cv.	Media	Área(ha)	Parcelas calculadas	Parcelas evaluadas
Bsd-p	1	21.04	15%	137.58	2,011.54	7	10
Cpc - B	2	23.15	20%	142.13	859.60	4	5
Cpc - A	3	11.35	25%	44.56	614.13	2	5
Cpal-M	4	9.23	8%	121.29	265.16	1	3
Cs-Ab	5	1.31	2%	68.42	24.54	1	2
Cp-ar	6	0.91	1%	61.03	6.60	1	2
TOTAL					3,781.5	16	27

Fuente: Elaboración propia, 2014.

Según la fórmula aplicada se determinó el número de muestras (parcelas de muestreo) en 16 unidades, partiendo de este dato para reducir el error y obtener datos que mejor

representen las variables se evaluaron 27 parcelas, distribuidas de la siguiente manera:

Para la formación vegetal Bosque Semicaducifolio denso en planicies (Bsd-p) 10 parcelas, formación vegetal Complejo de purmas y chacras "B" (Cpc-B) 05 parcelas, Complejo de purmas y chacras "A" (Cpc-A) 03 parcelas, Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o aguajales (Cpal-M) 02 parcelas, vegetal Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas (Cs-Ab) 02 parcelas, finalmente para la formación vegetal Comunidades pantanosas arbóreas Renacales y palmerales (Cp-ar) 01 parcelas.

## **2.6.2. Tamaño, Forma y Diseño de la parcela para en inventario de biomasa**

### **2.6.2.1. Tamaño de la parcela**

Por simplicidad Walker *et al.*, (2007). Estableció reglas de tamaños de parcelas que pueden aplicarse a la mayoría de los proyectos. Su experiencia ha demostrado que estos tamaños de parcelas representan un balance razonable entre esfuerzo y precisión. Por tal razón el tamaño de la unidad de muestreo se estableció en 0.1225 hectáreas.

### **2.6.2.2. Forma de la parcela**

En cuanto al diseño de la unidad de muestreo, en estudios realizados por Walker *et al.*, (2007). Recomienda usar parcelas circulares o cuadradas para el estudio se definió usar parcelas cuadradas debido a que se ha demostrado que la forma de unidad de muestreo cuadrado es eficiente, en bosques húmedos con alta riqueza de especies con DAP  $\geq 10$  cm. (Camacho 2000, citado por CATIE 2002), Debido a la facilidad para su instalación y recoger información más precisa porque permite delimitar claramente los límites de las parcelas y subparcelas. (Walker *et al.*, 2007).

### 2.6.2.3. Diseño de la parcela

Se usó el diseño de parcela propuesta por Walker *et al.*, (2007), el cual consiste en un diseño de parcelas anidadas cuadradas, de 35x35m, con cuatro nidos (1) 3x3m, (2) 7x7m, (3) 25x25m (4) 35x35m (Figura 5).

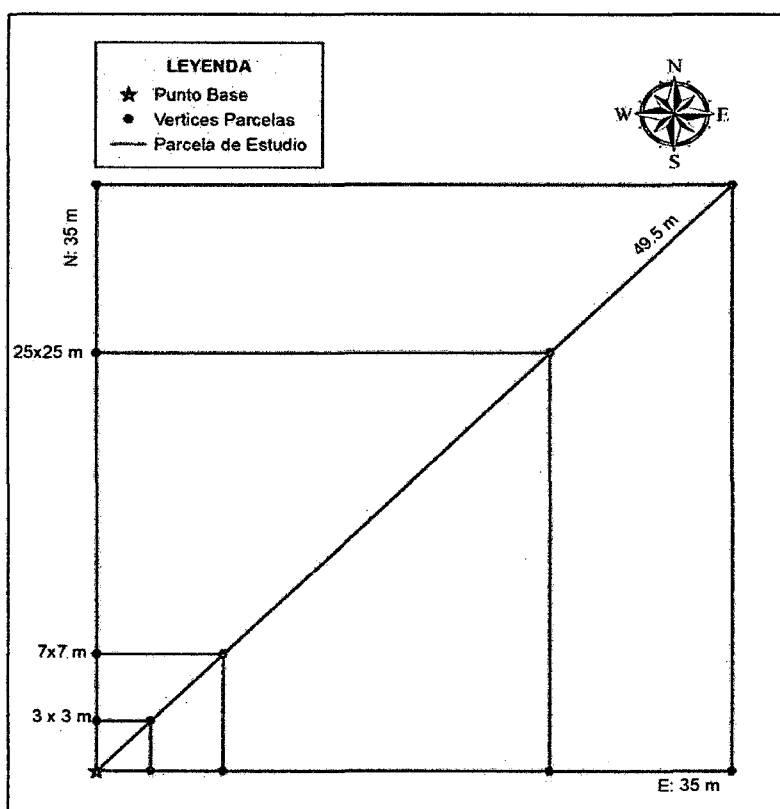


Figura 5. Representación gráfica del diseño de parcelas cuadradas, anidadas para el inventario de biomasa, necromasa y carbono.

Fuente: Walker *et al.*, 2007.

### 2.6.3. Fase de Inventario

#### 2.6.3.1. Instalación de parcelas

Se instalaron parcelas de monitoreo de carbono de 0.1225 ha, con diseño de parcelas anidadas (04 nidos) para el inventario de carbono. A cada parcela se le asignó un código como P-1, P-2 consecutivo hasta el final que será marcada con plumón indeleble. Ubicado la unidad de muestreo, se procedió a abrir la trocha base con el

machete (en líneas formando 90°), y con la ayuda de la brújula proyectamos hacia el Norte 35 m, luego al Este 35 m que se midió con wincha y se colocaron jalones de manera consecutiva a (0, 3, 7, 25 y 35 m) hasta llegar a 35 m., luego se procedió a proyectar una línea con la brújula en el otro vértice de la parcela y posteriormente una línea más para terminar de cerrar la parcela. En cada vértice se colocaron jalones que sirvieron para colocar la rafia que delimitó la parcela. Posteriormente se volvió al vértice inicial para proyectar una línea con la brújula a 45°, se midió con la wincha (4.24, 9.90, 35.30 y 49.5 metros hasta llegar al vértice opuesto) Donde se colocaron jalones que sirvieron de guías, para delimitar las sub-parcelas. (Walker *et al.*, 2007).

### 2.6.3.2. Información a registrar

Se describe la información necesaria para el inventario de biomasa, necromasa y carbono, cabe señalar que la información a registrar está más detallada en las hojas de campo (Anexo I).

- **Especie vegetal (Esp):** Es como se conoce internacionalmente y taxonómicamente una planta; todos los individuos que no pudieron ser identificados como especies en el campo con un 100% de confianza fueron colectadas y/o fotografiadas y codificadas. En caso de no acertar con la especie, se anotó el género o familia y se procedió a morfoespeciar, por ejemplo *Inga* sp1, o Fabácea de hojas chicas. La identificación de las especies es necesaria para determinar la densidad de la madera para los cálculos respectivos. La identificación también se hizo por comparación con muestras botánicas, guías de identificación etc.; preferentemente se tomaron muestras fértiles (flores y frutos) para posteriormente ser identificada taxonómicamente por un especialista en dendrología con el Sistema de Clasificación Taxonómico Filogenético de Angiospermas de Jud Grupo III (APG III, 2009) actualizado al 2011.
- **Diámetro a la altura del pecho (DAP):** El diámetro de los árboles fue medido con la corteza, a la altura del pecho (1.30 m). (Ureta, 2009). Cada árbol se codificó de



manera consecutiva con un engrapador para madera y un trozo de cinta de agua color blanco, sobre el cual se escribió el número de árbol y el diámetro.

- **Altura total de los árboles (HT):** El clinómetro es un instrumento que permite medir la altura e inclinación y generalmente requieren de una cinta métrica para establecer la distancia entre el árbol y la persona que realiza la medición. Esta variable es importante para las palmeras, porque su biomasa depende de la altura total, también es importante para algunos árboles que tienen una ecuación alométrica específica para su especie. A continuación se presenta la ecuación para estimar la altura total (modificado por Rüginitz *et al.*, 2009).

$$H = D * [\text{tang}(\text{ápice}) + \text{tang}(\text{base})]$$

Donde:

H = altura en metros

Tang (X) = tangente del ángulo en grados

D = distancia en metros.

#### **2.6.4. Tamaño, Forma y Diseño de la parcela para en inventario de necromasa.**

##### **2.6.4.1. Reservorio madera muerta de pie.**

La medición se realizó dentro de las parcelas y sub parcelas de biomasa según la ocurrencia de árboles muertos de pie y se clasificaron según lo propuesto por Walker *et al.*, 2007 y se divido por clases:

**Clase 1:** Árbol con ramas y ramitas que se parece a un árbol vivo (excepto por las hojas).

**Clase 2:** Árboles que van desde los que contienen ramas grandes y pequeñas a los que sólo tienen tronco figura 6.

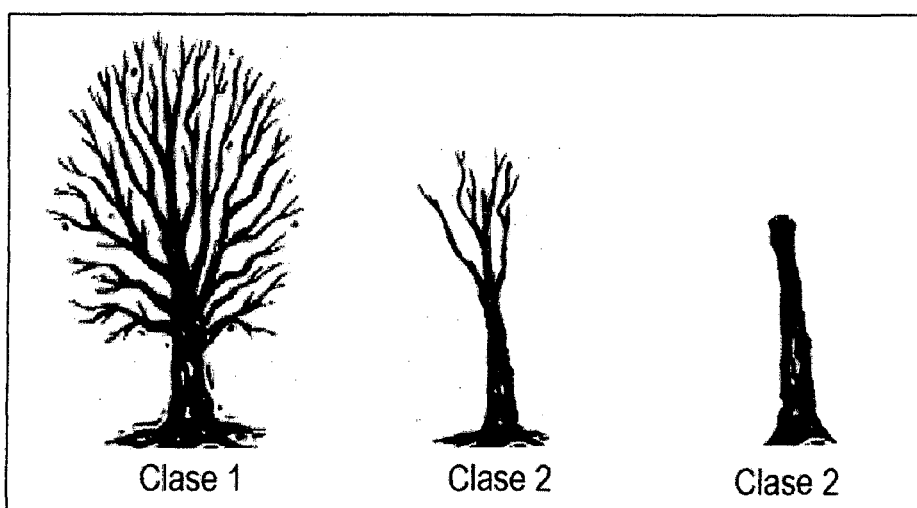


Figura 6. Clasificación de árboles muertos en pie.  
Fuente: Walker *et al.*, 2007.

#### 2.6.4.1.1. Información registrada

- **Para árboles muertos de la clase 1.**

1.- Se midió el DAP usando los mismos métodos que se usan para árboles vivos. En parcelas anidadas, sólo deben medirse árboles muertos del DAP adecuado según corresponda.

- **Para árboles muertos de la clase 2.**

1.- Se Midió el DAP usando los mismos métodos que se usan para árboles vivos. En parcelas anidadas, sólo deben medirse árboles muertos del DAP adecuado según corresponda.

2.- Se Midió la altura del tronco usando un clinómetro.

3.- Se estimó el diámetro en la cima del tronco

#### 2.6.4.2. Reservorio madera muerta caída.

Se define como todo el material leñoso que esté en el suelo con un diámetro de  $\geq 10$  cm. Para el estudio se consideró material leñoso con diámetro  $\geq 5$  cm. Debido a la alta presencia de ramas que cumplían con esta característica

Se midió usando el método de intersección de líneas definido por Harmon y Sexton, 1996; citado por Walker *et al.*, 2007. La cual consiste en Establecer dos líneas de 50m en ángulos rectos en uno de los vértices de la parcela (Figura 7).

Para la instalación se determinó la dirección de la primera línea usando un ángulo aleatorio de la brújula seguidamente se trazó la siguiente línea en ángulo recto a la primera considerando que las líneas no deben sobreponerse ni cruzar hacia la parcela de árboles. Se tomaron muestras para estimar la densidad de la madera según el grado de descomposición. Sólido intermedio y podrido.

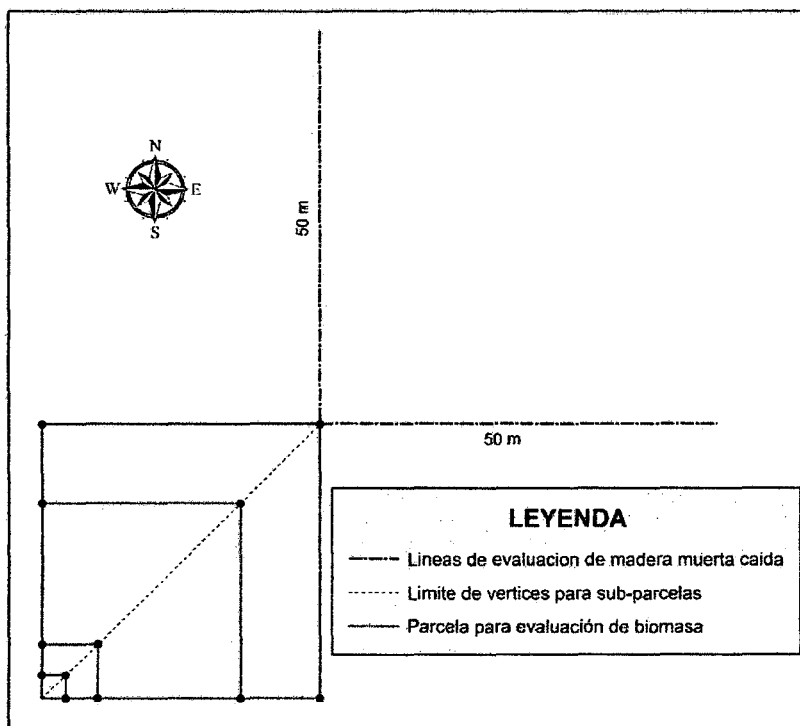


Figura 7. Representación gráfica del diseño de parcelas de intersección de líneas para el muestreo de madera muerta caída.

Fuente: (Walker *et al.*, 2007).

#### 2.6.4.2.1. Información registrada

- **Diámetro:** Con una wincha se midió y registro el diámetro de todas las piezas de madera muerta con diámetro  $\geq 10$  cm que intersectaban con las líneas delimitadas con rafia. Los trozos de madera muerta sólo se midieron si: (a) más del 50% del

tronco está sobre el suelo y (b) la línea de muestreo cruza al menos 50% del diámetro de la pieza. En algunos casos el tronco estuvo hueco en el punto de intersección, así que se midió el diámetro del hueco; y se excluyó la porción hueca de los estimados de volumen.

- **Densidad o grado de descomposición (S, I, P):** de acuerdo con la metodología empleada se asignó a cada pieza a uno de tres estados de densidad: sólida (S), intermedia (I) o podrida (P). Para determinar a qué clase de densidad pertenecía cada trozo de madera muerta, se golpeó con un machete. Y se determinó de la siguiente manera: 1) Si el machete no se hunde en la pieza (rebota), se clasifico como sólida. 2) Si el machete se hunde parcialmente en la pieza y ha habido cierta pérdida de madera, se clasifico como intermedia. 3) Si el machete se queda en la pieza, hay pérdida de madera más extensa y la pieza se desmorona, se clasificó como podrida y registró en la hoja de datos. (Walker *et al.*, 2007)

#### **2.6.4.2.2. Medición de la densidad de madera muerta**

Durante el trabajo de campo, se tomaron muestras de densidades de madera muerta, para ello se realizó el siguiente procedimiento:

1. Toda la madera muerta se clasifico en tres clases de densidades: sólida, intermedia y podrida.

**a. Sólida:** El machete no se hunde en la pieza (rebota).

**b. Intermedia:** El machete se hunde parcialmente en la pieza y ha habido cierta pérdida de madera.

**c. Podrida:** El machete se queda en la pieza, hay pérdida de madera más extensa y la pieza se desmorona.

2. Se Tomó muestras de madera de cada clase de densidad para determinar la densidad (peso seco por volumen verde). Según Walker *et al.*, (2007). La cantidad de muestras de madera depende de la variabilidad entre las especies de árboles que haya en el bosque. Recomienda tomar un mínimo de 10 muestras para cada clase de densidad (Anexo III, cuadros 32, 33 y 34).

- a. Usando un machete, se cortaron piezas de madera de acuerdo al tipo de densidad, se colocó la muestra en una bolsa con su respectiva codificación y se llevó a laboratorio.
3. Se secó la muestra en una estufa a tempera de (80 °C) hasta alcanzar un peso constante.
4. Se tomó el peso de la muestra con una balanza de laboratorio 0.1 gramos de precisión.
5. Se calculó la densidad usando la siguiente formula.

$$\text{Densidad} = \text{masa (g)} / \text{volumen (cm}^3\text{)}$$

#### **2.6.4.3. Reservorio capa de hojarasca.**

La capa de hojarasca se define como todo el material superficial orgánico muerto que se encuentra encima del suelo mineral. Parte de este material seguirá siendo reconocible (hojas muertas, ramitas, pastos muertos y pequeñas ramas) y parte serán fragmentos descompuestos no identificables de material orgánico. La madera muerta con un diámetro menor a 10 cm se incluye en la capa de hojarasca (Walker *et al.*, 2007.)

La hojarasca se muestreo siguiendo la metodóloga propuesta por Walker *et al.*, 2007. Para muestrear la hojarasca se usaron parcelas de recorte de forma cuadradas (Figura 8), se elaboraron con tubos de PVC de 50 cm x 50 cm y cuatro codos. El muestreo de hojarasca se realizó en 4 lugares elegidos al azar con el ángulo de la brújula y una cierta cantidad de pasos directamente fuera de las parcelas de árboles.

Se realizaron los siguientes pasos.

- 1.- Se retiró toda la vegetación viva de la parcela.
- 2.- Se Recolecto toda la hojarasca dentro del marco de PVC y se colocó la hojarasca en una bolsa plástica.

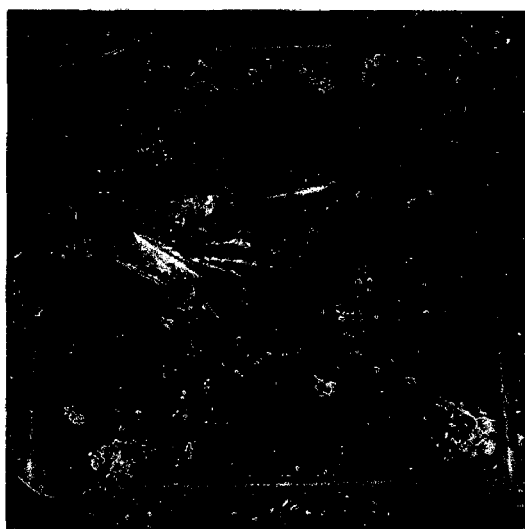


Figura 8. Representación gráfica del diseño de parcelas de recorte para muestreo de hojarasca.

Fuente: Walker *et al.*, (2007).

#### **2.6.4.3.1. Información registrada**

**Peso:** Con una balanza se pesó toda la muestra usando una bolsa. Se Mezcló la hojarasca y se tomó una submuestra (aproximadamente 80 a 100 g) que sea representativa del material que se encontró en la hojarasca.

Se Pesó la submuestra y se anotó el peso. La submuestra fue colocada en una bolsa de plástico de tal manera que no pierda humedad, codificada y llevada a laboratorio, donde fue secada en una estufa a temperatura constante de (80 °C) hasta alcanzar un peso constante, estos datos sirvieron para crear una relación peso seco a peso en campo y se usó para calcular el peso seco de toda la masa de hojarasca pesada en todas las parcelas de recorte (Cuadro 35 y 37).

#### **2.6.5. Fase de Laboratorio**

Las ecuaciones alométricas son generalmente consideradas el método más preciso para estimar biomasa y, por lo tanto, carbono (Freitas *et al.*, 2006). En el Cuadro 4 se presentan las ecuaciones usadas para calcular la biomasa.

Cuadro 4. Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa (Kg de materia seca por árbol) a nivel local y para regiones amazónicas.

Especies	Ecuación alométrica	Diámetro (cm)	Altura (m)	N	R <sup>2</sup>	Origen de información	Fuente
General	$\ln(y) = \text{Exp}(-2.6512 + 2.0212 * \ln(\text{DAP}) + 0.9302 * \ln(\text{H}) + 1.3257 * \ln(\rho))$	11-169	(*)	51	0.971	Madre de Dios-Perú	1
<i>Cecropia</i> sp	$Y = 12.764 + 0.2588 * \text{DAP}^{2.0515}$	1-40	(*)	(*)	(*)	Bolivia	2
<i>Astrocaryum murumuru</i>	$Y = 21.302 \times H_T$	15-29	7.1-14.7	18	0.957	Madre de Dios-Perú	1
<i>Attalea phaleratta</i>	$\ln(Y) = 3.2579 + 1.1249 \times \ln(H_T + 1)$	17-50	7.1-25.6	21	0.858	Madre de Dios-Perú	1
<i>Euterpe precatoria</i>	$Y = -108.81 + 13.589 \times H_T$	12-19	13.3-22.8	8	0.973	Madre de Dios-Perú	1
<i>Iriartea deltoidea</i>	$\ln(Y) = -3.483 + 0.94371 \times \ln(D^2 H_T)$	6-33	5.6-25.1	21	0.967	Madre de Dios-Perú	1
<i>Mauritia flexuosa</i>	$\ln(Y) = 2.4647 + 1.3777 \times \ln(H_T)$	19-36	9.1-38.4	16	0.897	Loreto-Perú	1
<i>Oenocarpus batahua</i>	$\ln(Y) = 4.5496 + 0.1387 \times \ln(H\_Stem)$	21-41	14.2-25.9	10	0.784	Madre de Dios-Perú	1
<i>Socratea exorrhiza</i>	$\ln(Y) = -3.7965 + 1.0029 \times \ln(D^2 H_T)$	4-24	3.2-23.9	20	0.976	Madre de Dios-Perú	1
<i>Oenocarpus mapora</i>	$Y = \text{Exp}(0.952 * \ln(\text{DAP}) + 0.90 * \ln(\text{H}) - 0.552)$	$\geq 1$	(*)	15	0.89	Porce, Colombia	3
Otras palmeras	$Y = \text{Exp}(-2.249 + 0.861 * \ln(\text{DAP}^2 * \text{H}))$	$\geq 1$	(*)	37	0.94	Porce, Colombia	3
<i>Dipteryx micrantha</i>	$Y = [-21.379 + 0.31375(\text{DAP}) + 0.296\text{H}] * 1582.454$	$\geq 30$ y 14.28 - 36 altura	(*)	64	0.83	Madre de Dios-Perú	4
<i>Manilkara bidentata</i>	$Y = [-6.719 + 0.13495(\text{DAP}) + 0.149\text{H}] * 1722.030$	$\geq 30$ y 9.1 - 17 altura	(*)	62	0.88	Madre de Dios-Perú	4
<i>Myroxylon balsamum</i>	$Y = [-3.979 + 0.07764(\text{DAP}) + 0.062\text{H}] * 1636.715$	$\geq 30$ y 9.1 - 27 altura	(*)	62	0.84	Madre de Dios-Perú	4
Lianas	$Y = \text{Exp}(0.028 + 1.841 * \ln(\text{DAP}))$	1-11	(*)	33	0.87	Porce, Colombia	5

Dónde:

Y: biomasa de árboles, palmeras y lianas en kilogramos (Kg) de peso seco.

DAP: diámetro a la altura del pecho (1.30 m) en centímetros (cm).

H: altura total (m).

Ln: logaritmo neperiano.

Exp: exponencial, es el inverso de Ln.

$\rho$ : Es la densidad de la madera ( $\text{g/cm}^3$ ). (Zanne et al. 2009, Global wood density database)

N = Es el número de muestras utilizadas para construir la ecuación.

$R^2$  = Es el coeficiente de correlación.

(\*) = Sin información.

Fuentes: 1) Goodman et al., 2013, 2) Pearson *et al.*, 2005, 3) Restrepo *et al* 2003, 4) Vallenás & Parrillo 2006 (modificado), 5) Sierra et al. (2007).

Araujo *et al.* 1999, Chambers *et al.*, 2001, Del Valle *et al.*, 2003, citado por Mamani, 2012. Recomiendan emplear ecuaciones alométricas generadas localmente y a nivel de bosques tropicales (Tabla 6).

## 2.6.6. Fase de Análisis

### 2.6.6.1. Cálculos en biomasa Árboles vivos y brinzales

- **Carbono de brinzales y no arbóreo**

Se calculó la masa seca de la muestra usando la siguiente fórmula:

$$\text{Masa seca} = \left( \frac{\text{masa seca de submuestra}}{\text{masa fresca de submuestra}} \right) * \text{masa fresca de toda la Subparcela}$$

Luego se multiplicó la masa seca de la muestra por el factor de extrapolación, se calculó la biomasa media de todas las muestras de este reservorio en el estrato por último se convirtió la biomasa a carbono

- **Stock de carbono aéreo**

Existe una relación entre el peso seco y la cantidad de carbono, es aceptado asumir que el 50% del peso seco es carbono (Pearson *et al* 2005, IPCC 2006, Rüginitz *et al* 2010). Se calculará el stock de carbono total multiplicando a la biomasa aérea



por el factor de conversión a carbono de 0.5, o fracciones de carbono específicas (Cruzado et al. 2010).

$$CT \text{ (t C/ha)} = BA \times 0.5$$

Dónde:

CT = Stock de carbono aéreo (t C/ha).

BA = Biomasa aérea (t /ha).

0.5 = Factor de conversión a carbono.

Para extrapolar el stock de carbono a toda el área de estudio, se multiplicó el stock de carbono por el área que ocupa cada tipo de vegetación y al final se sumaron los resultados (Walker et al 2007).

$$CTA \text{ (t C)} = CT \times Ar$$

Dónde:

CTA = Stock de carbono aéreo por todo el área (t C).

CT = Biomasa aérea (t C/ha).

Ar = Número de hectáreas (ha).

- **Carbono equivalente (CO<sub>2</sub>-eq) almacenado.**

Para saber la cantidad de CO<sub>2</sub>-eq emitido o almacenado a partir de la cantidad de carbono de un determinado depósito multiplicar por 3.67 (Rügnitz et al. 2009).

$$CO_2\text{-e (t CO}_2\text{-eq/ha)} = CT$$

Dónde:

CO<sub>2</sub>-e = Cantidad de carbono equivalente (tCO<sub>2</sub>-eq/ha).

CT = Stock de carbono aéreo (t C/ha).

3.67 = Factor de conversión a carbono equivalente.

### 2.6.6.2. Cálculos en necromasa (Hojarasca, madera muerta caída y madera muerta en pie)

- **Carbono de hojarasca**

Se calculó la masa seca de la muestra usando la siguiente formula:

$$\text{Masa seca} = \left( \frac{\text{masa seca de submuestra}}{\text{masa fresca de submuestra}} \right) * \text{masa fresca de toda la parcela}$$

Se Multiplicó la masa seca de la muestra por el factor de extrapolación, luego fue convertida la necromasa a carbono (Cuadro 35).

- **Carbono de madera muerta de pie.**

- **Árboles de clase 1:** Estimar la biomasa usando la ecuación alométrica y restar la biomasa de las hojas: 3% de la biomasa para especies de hoja ancha y 6% de la biomasa para especies coníferas.
- **Árboles de clase 2:** Se estimó únicamente la biomasa del tronco (Cuadro 45) usando volumen y densidad mediante la siguiente formula:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \frac{1}{3} * \pi * h * (r_1^2 + r_2^2 + (r_1 * r_2))$$

Dónde:

$r_1$  = radio en la base del árbol

$r_2$  = radio en la copa del árbol

Se calculó la necromasa usando la siguiente formula:

$$\text{Necromasa} = \text{Volumen} * \text{densidad de madera sólida (de las muestras)}$$

- **Carbono de madera muerta caída.**

Se realizó el cálculo del volumen para cada clase de densidad por separado usando la fórmula propuesta por Harmon y Sexton, 1996; citado por Walker *et al.*, 2007:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \pi * \left[ \frac{(d_1^2 + d_2^2 \dots d_n^2)}{8L} \right]$$

Donde:

d = diámetros de piezas de madera muerta que se cruzan.

L = longitud de la transversal.

### 2.6.7. Factor de escalación

Se realizó la extrapolación de las medidas de la parcela a una escala más grande 01 ha para todas las sub parcelas, así como para la parcela de recorte de hojarasca para lo cual se usó la fórmula propuesta por Winrock, 2007:

$$\text{Factor de escalación} = \frac{10,000\text{m}^2}{\text{Área de la parcela o subparcela de muestreo (m}^2\text{)}}$$

## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Biomasa, Necromasa, stock de Carbono y Carbono equivalente almacenado por parcelas por tipo de vegetación.

Se detallan los resultados obtenidos en la investigación realizada en los 6 tipos de vegetación: Bosque Semicaducifolio denso en planicie (Bsd), Complejo de purmas y chacras B<sup>1</sup> (Cpc - B), Complejo de purmas y chacras A<sup>2</sup> (Cpc - A), Comunidades pantanosas de palmeras - *Mauritia flexuosa* o aguajales (Cpal-M), Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas (Cs-Ab) y Comunidades pantanosas arbóreas, renacales y palmeras (Cp-ar). Discriminado por tipos de vegetación, se puede observar (Figura 8). El Bsd ocupa el 53.2% del área de estudio con 2011.5 hectáreas; el Cpc B con 22.7% y 859.6 hectáreas; Cpc A con 16.2% y 614.1 hectáreas; Cpal-M con 8% y 265.2 hectáreas; Cs-Ab con 0.7% y 24.5 hectáreas, finalmente Cp-ar con 0.2% y 6.6 hectáreas.

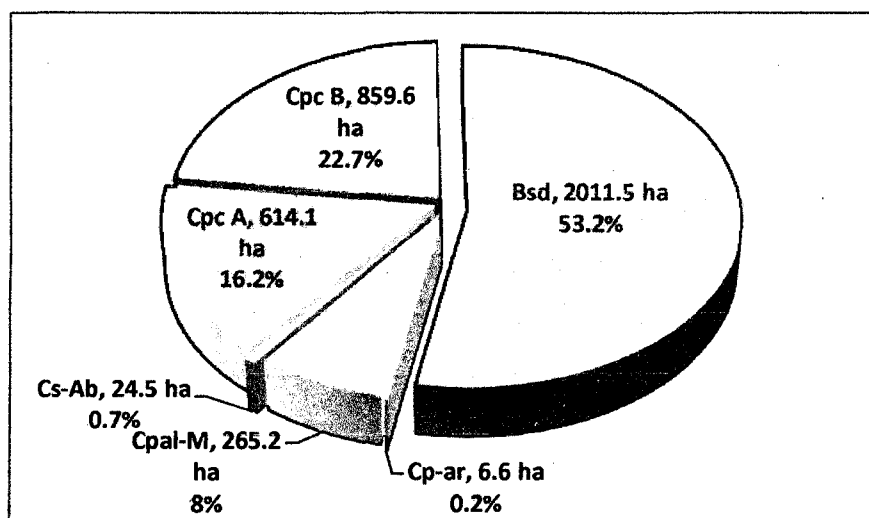


Figura 9. Formaciones vegetales presentes en la comunidad nativa Puerto Arturo.

Fuente: Elaboración propia, 2014

<sup>1</sup> Según los datos recolectados en campo, se vio por conveniente dividir el tipo de vegetación Complejo de purmas y chacras en dos. Cpc tipo A y Cpc tipo B, ya que el estrato Cpc B se observó características de un bosque primario con muy baja intervención (aprovechamiento selectivo de especies maderables).

<sup>2</sup> Este estrato si cumplía con las características de un bosque secundario donde se realiza agricultura.

### **3.1.1. Bosques semicaducifolios densos en planicies (Bsd-p)**

En esta formación vegetal fueron instaladas diez parcelas, (Anexo II, Cuadro 14), en el (Cuadro 26) se especifican el número de especies arbóreas y el número de individuos que se hallaron en cada parcela muestreada de 1225 m<sup>2</sup> en el Bsd-p, así como los valores de Biomasa aérea, Necromasa y Carbono se presentan a continuación.

#### **3.1.1.1. Biomasa por clases diamétricas (<5, 5 - <20, 20 - 50 y >50 Dap)**

El inventario de biomasa de acuerdo a la distribución de los nidos (sub parcelas), permitió realizar un análisis de distribución de la biomasa por clases diamétricas, donde se estimó para la clase <5 cm Dap valores de biomasa mínimo de 0.11 Mgha<sup>-1</sup> y máximo a 7.19 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 3.12 Mgha<sup>-1</sup>. Estos valores se encuentran por encima a lo estimado por Arreaga (2002), el cual reporta valores entre 0.7-1.07 Mgha<sup>-1</sup>, para brinzales. Así mismo para la clase 5 - <20 cm Dap estimó valores de biomasa mínima de 37.31 Mgha<sup>-1</sup> y máxima a 69.81 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 51.67 Mgha<sup>-1</sup>, de igual forma estos valores son superiores a los estimados por Arreaga (2002); Nascimento & Laurance (2002); La FUNDACIÓN NATURA (2009) y Mamani (2012), los cuales reportan promedios de 13.27-23.51 Mgha<sup>-1</sup>, para latizales. Para la clase 20-50 cm Dap se estimó valores de biomasa mínima de 72.26 Mgha<sup>-1</sup> y máxima a 155.76 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 111.66 Mgha<sup>-1</sup>. Finalmente para la clase > 50 cm Dap se estimó valores de biomasa mínima de 19.09 Mgha<sup>-1</sup> y máxima a 241.65 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 126.09 Mgha<sup>-1</sup>. (Dichos valores se observan en la figura 9 y el Cuadro 15). Para ambos casos de fustales, estos valores son inferiores a lo estimado por Mamani (2012), el cual reporta en promedio 306.07 Mgha<sup>-1</sup>. Así mismo son inferiores a los estimados por Chave *et al* (2005); Quinto (2010), Yepes *et al.*, (2011), y Silva *et al.*, (2012) los cuales reportaron valores de 136.122 Mgha<sup>-1</sup>, 179.06 - 238.42 Mgha<sup>-1</sup>, en 244 ±63 Mgha<sup>-1</sup> y 313.9 ±91.8 Mgha<sup>-1</sup> respectivamente. Para todos estos casos en los que los valores reportados en este estudio presentan cierta superioridad o inferioridad frente a los reportados por

otros autores, puede atribuirse en este caso a los procesos metodológicos, como el tamaño de las parcelas y la categorización dasométrica de los diferentes estadios de regeneración, así como el tipo de formación vegetal evaluada, el grado de alteración del bosque, etc., así por ejemplo Mamani (2012), Silva *et al.*, (2012), reporta este valor estimado para un área de conservación, en un bosque de terrazas altas, y con una clasificación dasométrica diferente de las categorías de regeneración, y con áreas y diseño de las parcelas diferentes al presente estudio.

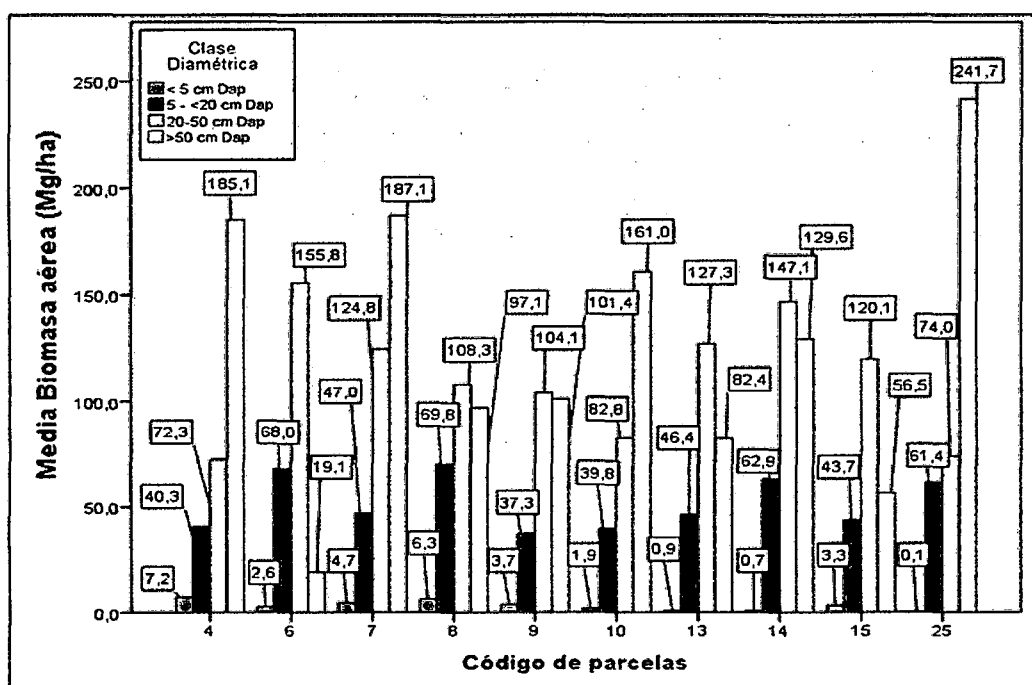


Figura 10. Biomasa por parcelas y clase diamétrica en (Bsd-p).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.1.1.1. Análisis estadístico

Se determinó que la mayor cantidad de biomasa es almacenada por la clase diamétrica >50 cm Dap, seguido por la clase diamétrica 20≥ - 50 cm Dap, sin embargo estos presentaron solo una diferencia numérica mas no una diferencia estadística significativa, lo cual puede ser atribuido a la cantidad y escasos de individuos presentes en la clase menor frente a la clase mayor, así como la superioridad en

cuanto al volumen individual que ofrece cada individuo de la clase mayor frente a la clase menor. Lo que indica que a pesar de que el área experimente una degradación selectiva por el aprovechamiento de madera aún quedan individuos remanentes de gran diámetro. Por otro lado las clases menores presentan una diferencia significativa entre sí con respecto a las clases superiores (cuadro 5).

Cuadro 5. Prueba de tukey al 95% para estimar diferencias estadísticas por clases diamétricas en (Bsd-p).

Clase Diamétrica	N	Subconjunto		
		c	b	a
< 5 cm Dap	10	3,1230		
5-20 cm Dap	10		51,6650	
20-50 cm Dap	10			111,6580
+50 cm Dap	10			126,0920
Sig.		1,000	1,000	,824

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.1.2. Necromasa por tipo de reservorio (hojarasca, madera muerta caída y madera muerta en pie)

La cuantificación de necromasa se realizó conjuntamente con las parcelas de biomasa. Este análisis permitió determinar la distribución de necromasa por tipo de reservorio, donde se estimó para el reservorio de hojarasca valores de necromasa mínimo de 18.48  $Mgha^{-1}$  y máximo a 39.6  $Mgha^{-1}$ , resultando en promedio 30.45  $Mgha^{-1}$ . Así mismo para el reservorio madera muerta caída estimó valores de necromasa mínima de 6.64  $Mgha^{-1}$  y máxima a 99.96  $Mgha^{-1}$ , resultando en promedio 30.0  $Mgha^{-1}$ . Finalmente para el reservorio madera muerta de pie estimó valores de necromasa mínima de 0  $Mgha^{-1}$  y máxima a 0.06  $Mgha^{-1}$ , resultando en promedio 0.01  $Mgha^{-1}$  (Figura 9 y Cuadro 18). Estos valores son similares a los reportados por Araujo-Murakami *et al.*, (2011), tanto para madera muerta caída como para madera muerta en pie, al igual que en el estudio también se encontró que existe mayor contenido de necromasa en la madera muerta caída que en la madera muerta en pie.

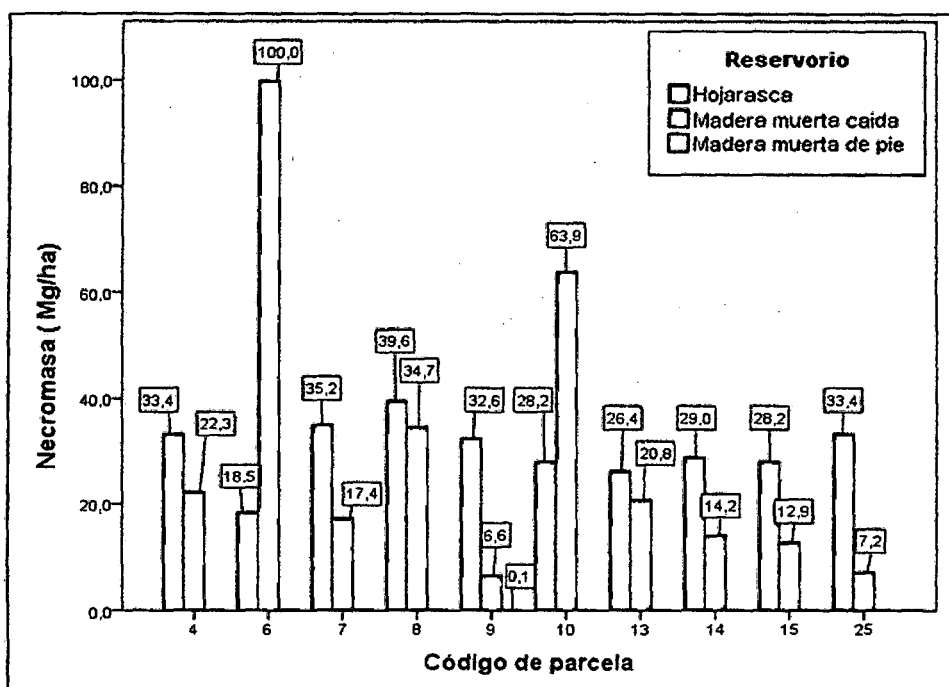


Figura 11. Necromasa por parcela y por tipo de reservorio en (Bsd-p).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.1.2.1. Análisis estadístico

Se determinó que la mayor cantidad de necromasa es almacenada por el reservorio hojarasca, seguido por el reservorio madera muerta caída, los cuales no presentaron una diferencia significativa entre sí, pero si con la clase de madera muerta en pie (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba de tukey al 95% para estimar diferencias estadísticas por tipo de reservorio en (Bsd-p).

Tipo de reservorio	N	Subconjunto	
		b	a
Madera muerta de pie	10	,0100	
Madera muerta caída	10		30,0000
Hojarasca	10		30,4480
Sig.		1,000	,998

Fuente: Elaboración propia (2014).



### 3.1.1.3. Biomasa y Necromasa por parcelas

El inventario de biomasa (individuos vivos) realizado en las 10 parcelas instaladas en esta formación vegetal con sus respectivas sub parcelas (3x3, 7x7, 25x25 y 35x35m) de acuerdo a la distribución de las clases diamétricas y la necromasa (materia muerta) estimada en los tres tipos de reservorios evaluados (hojarasca, madera muerta caída y madera muerta en pie).

Para biomasa se estimó valores mínimos de 223.63  $\text{Mgha}^{-1}$  y máximos a 377.12  $\text{Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio 292.54  $\text{Mgha}^{-1}$ . Este valor es bajo en comparación a los reportados por Silva *et al.*, (2012), el cual reporta 425 y 337  $\text{Mgha}^{-1}$  para la biomasa de un bosque intervenido y un bosque conservado, de igual forma este valor es inferior en comparación a lo reportado por Lapeyre *et al.*, (2004), llegando al extremo de 970  $\text{Mgha}^{-1}$  para la biomasa encontrada en un bosque primario de la región de San Martín. Sin embargo es relativamente superior a lo reportado por Gibbon *et al.*, (2010); (Citado de WWF, 2014), el cual reporta un valor de 254  $\text{Mgha}^{-1}$  para el mismo tipo de formación vegetal en la región de Madre de Dios. Para necromasa se estimó valores mínimos de 19.6  $\text{Mgha}^{-1}$  y máximos a 59.22  $\text{Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio 30.23  $\text{Mgha}^{-1}$  (Figura 12 y Cuadro 26), este valor es similar a lo reportado por Araujo-Murakami *et al.*, (2011), el cual es de 24.8-30.7  $\text{Mgha}^{-1}$ , a pesar que en ese estudio no se consideró a la hojarasca en sus cálculos, así mismo es relativamente superior a lo reportado por Chao *et al.*, (2009); quien estimó para la necromasa del Suroeste de la Amazonia un valor promedio de 17.5  $\text{Mgha}^{-1}$ , así como también Silva *et al.*, (2012) reportaron; 5.2± (0.6), 7.8 (0.9)  $\text{Mgha}^{-1}$  para la necromasa de un bosque intervenido y un bosque conservado y Baker *et al.*, (2007) quien reportó y 24.4 (5.3) para los bosques en Madre de Dios.

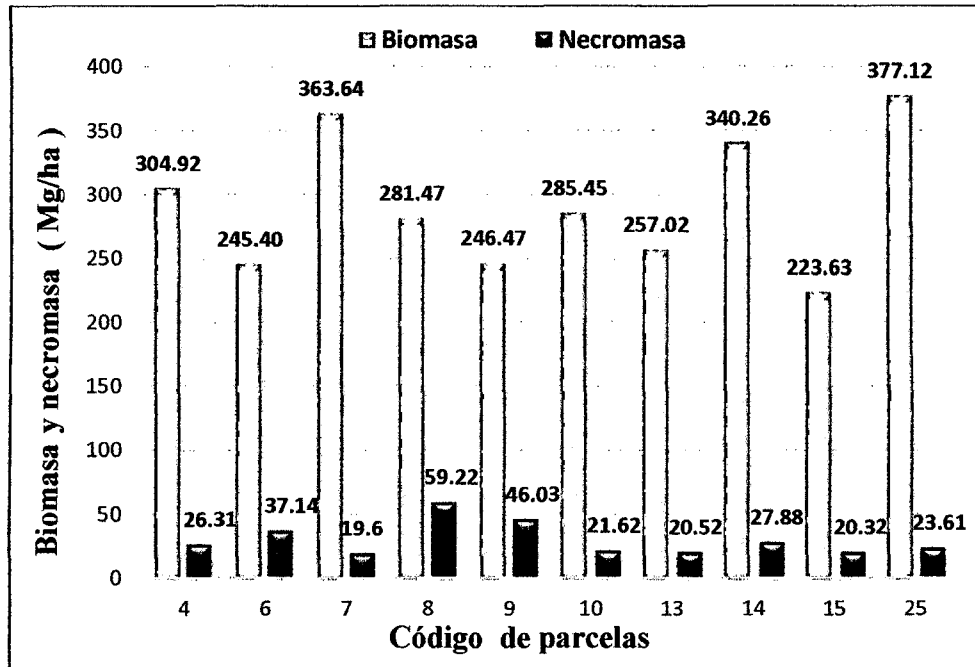


Figura 12. Biomasa aérea y necromasa por parcelas en (Bsd-p).

Fuente: Elaboración propia (2014).

#### 3.1.1.4. Stock de Carbono en Biomasa y Necromasa

El stock de carbono presente en la biomasa aérea mostró valores de stock de carbono mínimos de 111.82 MgC/ha y máximos a 188.56 MgC/ha, resultando en promedio  $146.27 \pm 59.81 \text{ MgC/ha}^{-1}$ . Este valor es inferior en comparación a los reportados por Silva *et al.*, (2012), el cual estima 212.5 y 168.5  $\text{MgC/ha}^{-1}$  para la biomasa de un bosque conservado y un bosque intervenido, de igual forma este valor es inferior en comparación a lo reportado por Lapeyre *et al.*, (2004), llegando al extremo de 970  $\text{MgC/ha}^{-1}$  para la biomasa encontrada en un bosque primario de la región de San Martín. Sin embargo es relativamente superior a lo reportado por Gibbon *et al.*, (2010); (citado de WWF, 2014), el cual reporta un valor de 127  $\text{MgC/ha}^{-1}$  para el mismo tipo de formación vegetal en la región de Madre de Dios, así mismo se encuentra dentro del rango (150-200  $\text{MgC/ha}^{-1}$ ) reportado por la WHRC (2012), y Anderson (2012), para el contenido de carbono en los bosques de Madre de Dios. El carbono almacenado en la necromasa sobre el suelo, mostró valores de stock de carbono mínimos de 9.80

MgCha<sup>-1</sup> y máximos a 29.61 MgCha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 15.11 ±15 MgCha<sup>-1</sup> (Figura 13 y Cuadro 26 ), Valor que es similar a lo reportado por Araujo-Murakami et al., (2011), y Baker et al., (2007), así mismo es superior a lo reportado por Chao et al., (2009), y Silva et al., (2012), cuyos valores son reportados para la necromasa del Suroeste de la Amazonia, y para la necromasa de un bosque intervenido y un bosque conservado.

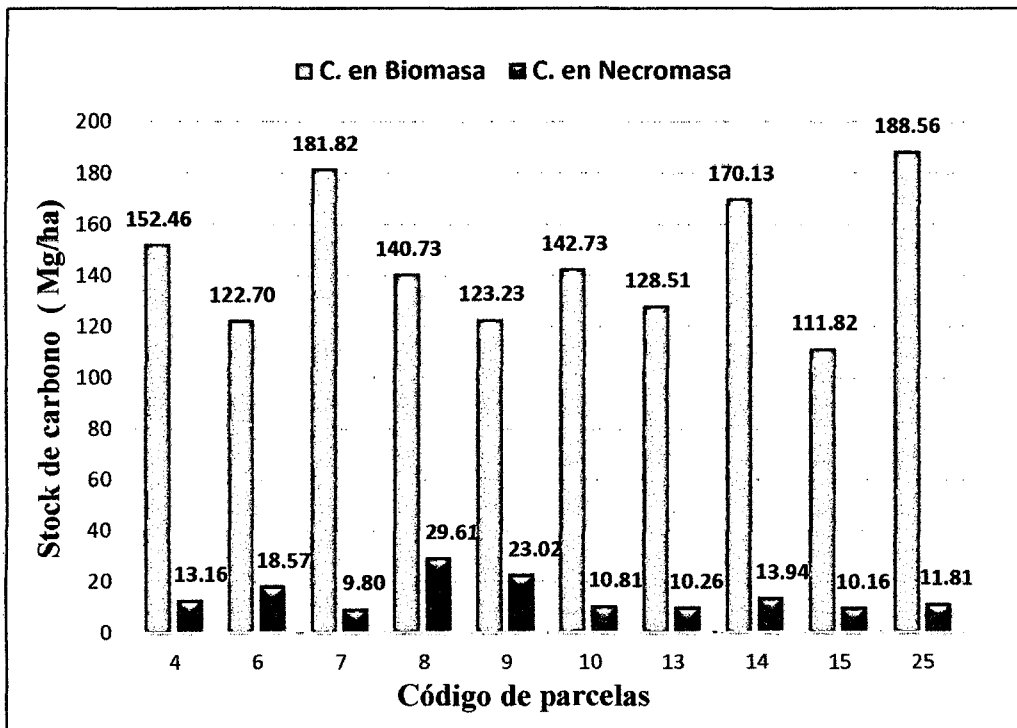


Figura 13. Stock de Carbono por parcelas en biomasa, y necromasa en (Bsd-p).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.2. Complejo de chacras y purmas (Cpc-B)

En esta formación vegetal fueron instaladas cinco parcelas de 1225 m<sup>2</sup>, (Anexo II, Cuadro 14), en el (Cuadro 27), se especifican el número de especies arbóreas y el número de individuos así como los valores de Biomasa aérea, Necromasa y Carbono que se presentan a continuación.

### 3.1.2.1. Biomasa por clases diamétricas (<5, 5 - <20, 20 - 50 y >50 Dap)

El inventario de biomasa de acuerdo a la distribución de los nidos o subparcelas (3x3, 7x7, 25x25 y 35x35m), permitió realizar un análisis de distribución de la biomasa por clases diamétricas, donde se estimó para los brinzales (individuos, que poseen un Dap <5cm y ≤1.3m de altura), valores de biomasa de 0.89 Mgha<sup>-1</sup> y 7.06 Mgha<sup>-1</sup> como mínimo y máximo respectivamente, resultando en promedio 4.16 Mgha<sup>-1</sup>. Estos valores son superiores en comparación a lo estimado por Arreaga (2002) y Silva *et al.*, (2012), los cuales reportan valores entre 0.7-1.07 Mgha<sup>-1</sup> para bosques con manejo forestal de la Reserva de Biosfera Maya y 0.9 ± 0.2 - 0.8 ± 0.2 Mgha<sup>-1</sup> para una purma antigua y joven del estado de Pará-Brasil, respectivamente para brinzales en ambos casos. Así mismo para la clase 5 - <20 cm Dap se estimó valores de biomasa mínima de 36.32 Mgha<sup>-1</sup> y máxima a 104.68 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 65.65 Mgha<sup>-1</sup>, estos valores son relativamente superiores a los estimados por Arreaga (2002), Mamani (2012) y Silva *et al.*, (2012), los cuales reportan promedios de 13.27-18.2 Mgha<sup>-1</sup> para bosques con manejo forestal de la Reserva de Biosfera Maya; 23.51 Mgha<sup>-1</sup> para un bosque con paca de terrazas altas, y 12.2±2.3 - 17.4±2.8 en una purma antigua y joven del estado de Pará-Brasil, en todos los casos para latizales, por otro lado son relativamente bajos en comparación con los valores reportados por Nascimento & Laurance (2002), los cuales reportan valores de 30.62 Mgha<sup>-1</sup>. Para la clase de 20-50 cm Dap, se estimó valores de biomasa mínima de 49.35 Mgha<sup>-1</sup> y máxima a 154.61 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 98.42 Mgha<sup>-1</sup>, así mismo para la clase > 50 cm Dap, se estimó valores de biomasa mínima de 53.74 Mgha<sup>-1</sup> y máxima a 147.75 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 95.12 Mgha<sup>-1</sup>. (Figura 14 y Cuadro 17) Estos valores se encuentran por debajo a lo estimado por Mamani (2012), el cual reporta en promedio 306.07 Mgha<sup>-1</sup>. Así mismo son inferiores a los estimados por Chave *et al.* (2005); Quinto (2010) y Yepes *et al.* (2011), los cuales reportaron valores de 136.122 Mgha<sup>-1</sup>, 179.06 - 238.42 Mgha<sup>-1</sup> y en 244 ±63 Mgha<sup>-1</sup> respectivamente. Así mismo es relativamente superior a lo reportado Silva *et al.*, (2012), para la biomasa de fustales en una purma joven, reportando en promedio 3.5±2.3 Mgha<sup>-1</sup>, sin embargo

se encuentra por debajo a lo reportado por este mismo autor para la biomasa de fustales en una purma antigua, reportando en promedio  $168.6 \pm 46.1 \text{ Mgha}^{-1}$ . Para todos estos casos en los que los valores reportados en este estudio presentan cierta superioridad o inferioridad frente a los reportados por otros autores, puede atribuirse en este caso a las ecuaciones alométricas empleadas (Goodman *et al.*, 2013), los procesos metodológicos (Walker *et al.*, 2007) como el tamaño de las parcelas y la categorización diamétrica de los diferentes estadios de regeneración, así como el tipo de formación vegetal evaluada.

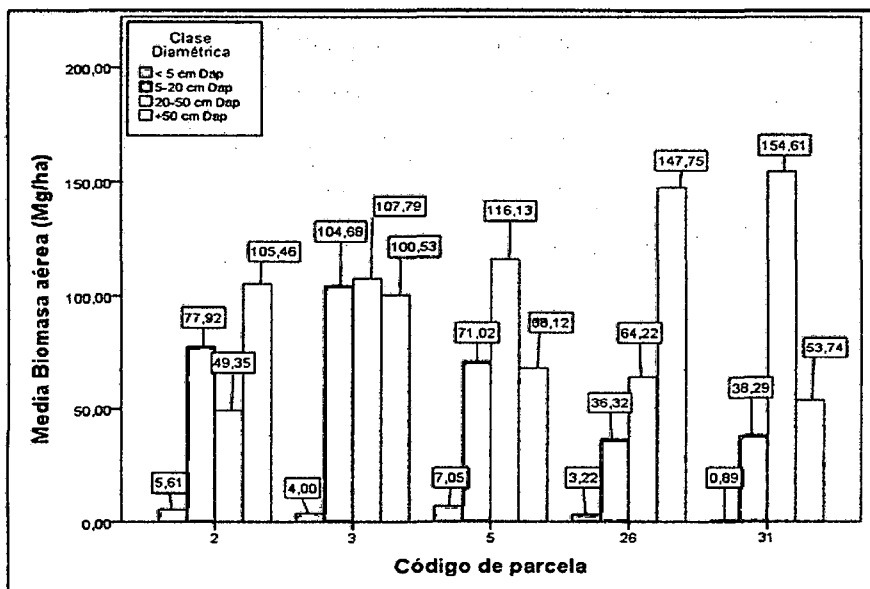


Figura 14. Biomasa por parcelas y clase diamétrica en (Cpc-B).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.2.1.1. Análisis estadístico

Se determinó que la mayor cantidad de biomasa es almacenada la clase de 20-50 cm de Dap, seguido por la clase diamétrica >50 cm Dap y 5- < 20 cm Dap, sin embargo estos presentaron solo una diferencia numérica mas no una diferencia estadística significativa, siendo los brinzales los únicos que presentaron una inferioridad estadística frente a las demás clases diamétricas (cuadro 7).

Cuadro 7. Prueba de tukey al 95% para estimar diferencias estadísticas por clase diamétrica en (Cpc-B).

Clase Diamétrica	N	Subconjunto	
		b	a
< 5 cm Dap	5	4,1540	
5-20 cm Dap	5		65,6460
+50 cm Dap	5		95,1200
20-50 cm Dap	5		98,4200
Sig.		1,000	,381

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.2.2. Necromasa por tipo de reservorio (hojarasca, madera muerta caída y madera muerta en pie)

La cuantificación de necromasa se realizó conjuntamente con las parcelas de biomasa. Este análisis permitió determinar la distribución de necromasa por tipo de reservorio, para el reservorio de hojarasca se estimó valores de necromasa mínimo de 22.08  $Mgha^{-1}$  y máximo a 39.56  $Mgha^{-1}$ , resultando en promedio 29.44  $Mgha^{-1}$ . Dichos valores son superiores a lo reportado por Silva *et al.*, (2012), y Lapeyre *et al.*, (2004), los cuales reportan valores de  $5.1 \pm 1.2 - 5.6 \pm 0.5 Mgha^{-1}$ , para una purma joven y antigua respectivamente del estado de Pará-Brasil, y de  $3.9 - 4.7 Mgha^{-1}$ , para una purma de 20 y de 50 años respectivamente, de manera similar estos valores fueron superiores en comparación a la necromasa de la hojarasca presente en cualquiera de las formaciones vegetales reportadas por AIDER (2012), en la comunidad nativa de infierno de la región de Madre de Dios. Así mismo para el reservorio madera muerta caída estimó valores de necromasa mínima de 3.88  $Mgha^{-1}$  y máxima a 117.76  $Mgha^{-1}$ , resultando en promedio 45.40  $Mgha^{-1}$ . Finalmente para el reservorio madera muerta de pie estimó valores de necromasa mínima de 0  $Mgha^{-1}$  y máxima a 0.04  $Mgha^{-1}$ , resultando en promedio 0.01  $Mgha^{-1}$  (Figura 15 y Cuadro 18). Considerando a la necromasa de la madera muerta gruesa, estos valores son superiores a los reportados por Araujo-Murakami *et al.*, (2011), sin embargo al igual que en el presente

estudio también se encontró que existe mayor contenido de necromasa en la madera muerta caída que en la madera muerta en pie.

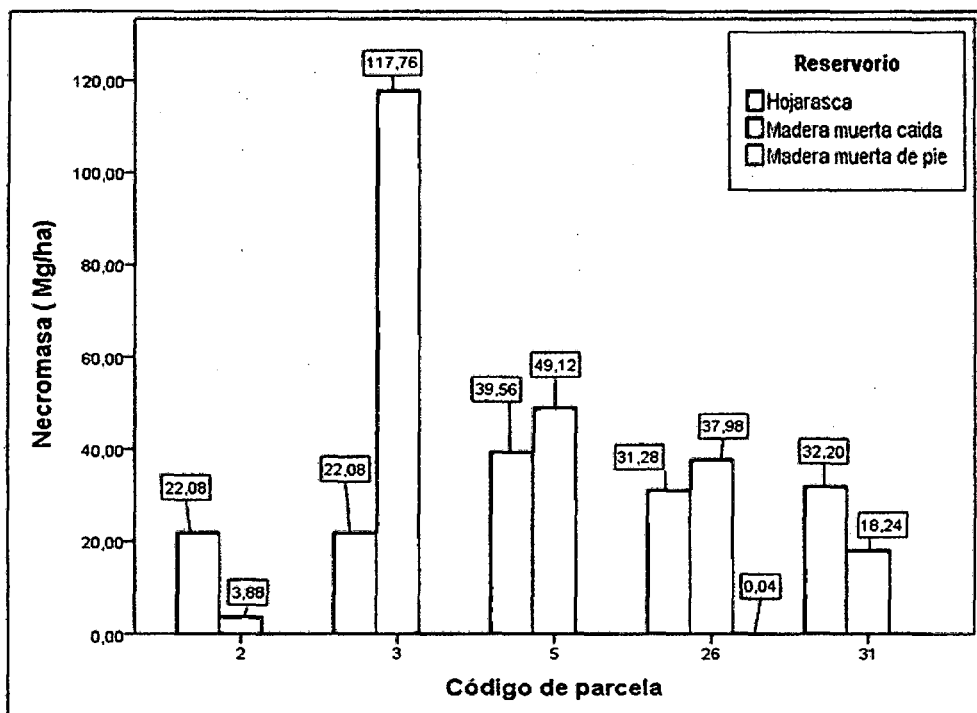


Figura 15. Necromasa por parcela y tipo de reservorio en (Cpc-B).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.2.2.1. Análisis estadístico

Se determinó que la mayor cantidad de necromasa es almacenada por el reservorio madera muerta caída, seguido por el reservorio hojarasca, sin embargo estos presentaron solo una diferencia numérica mas no una diferencia estadística significativa, habiendo solo una diferencia significativa entre la necromasa de la madera muerta caída frente a la madera muerta en pie (Cuadro 8).

Cuadro 8. Prueba de tukey al 95% para estimar diferencias estadísticas por tipo de reservorio en (Cpc-B).

Tipo de reservorio	N	Subconjunto	
		b	a
Madera muerta de pie	5	,0080	
Hojarasca	5	29,4400	29,4400
Madera muerta caída	5		45,3960
Sig.		,210	,604

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.2.3. Biomasa y Necromasa por parcelas

El inventario de biomasa realizado en las 5 parcelas instaladas en esta formación vegetal con sus respectivas sub parcelas (3x3, 7x7, 25x25 y 35x35m) de acuerdo a la distribución de las clases diamétricas. La necromasa (materia muerta), estimada en los tres tipos de reservorios evaluados (hojarasca, madera muerta caída y madera muerta en pie). Para biomasa estimó valores mínimos de  $119.17 \text{ Mgha}^{-1}$  y máximos a  $316.99 \text{ Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio  $263.34 \text{ Mgha}^{-1}$ . Valor que es inferior a lo reportado por Lapeyre *et al.*, (2004), quien reporta un valor promedio de  $468.6 \text{ Mgha}^{-1}$ , para una purma de 50 años, por otro lado es superior a lo reportado por Silva *et al.*, (2012), Lapeyre *et al.*, (2004), y Gibbon *et al.*, (2010; citado de WWF, 2014); los cuales reportan valores de  $16.5 \text{ Mgha}^{-1}$ - $186 \text{ Mgha}^{-1}$ ,  $124.2 \text{ Mgha}^{-1}$ ; y  $126$  para la biomasa de una purma joven y antigua, del estado de Pará-Brasil; para una purma de 20 años, y para el promedio de biomasa en esta formación vegetal en la región de Madre de Dios. Para la necromasa se estimó valores mínimos de  $13.00 \text{ Mgha}^{-1}$  y máximos a  $69.90.61 \text{ Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio  $37.40 \text{ Mgha}^{-1}$  (Figura 16 y Cuadro 27), este valor es similar a lo reportado por Araujo-Murakami *et al.*, (2011), y Baker *et al.*, (2007) los cuales reportan  $24.8 - 30.7 \text{ Mgha}^{-1}$ , y  $48.8 \text{ Mgha}^{-1}$ , respectivamente, así mismo es superior a lo reportado por Chao et al (2009), el cual reporta un valor promedio de  $17.5 \text{ Mgha}^{-1}$ , para la necromasa del Suroeste de la Amazonia. Así mismo los valores de biomasa reportados en el presente estudio se



encuentran por debajo del rango reportado por WHRC (2012), el cual reporta un rango de 300 - 400  $\text{Mg ha}^{-1}$ , para bosques amazónicos.

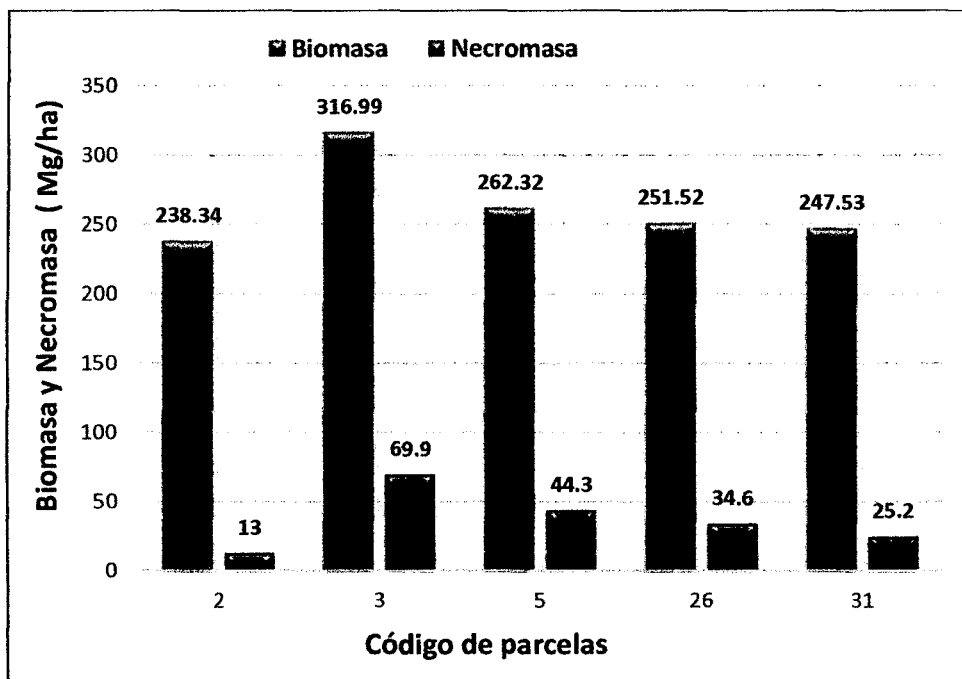


Figura 16. Biomasa aérea y necromasa por parcelas en (Cpc-B).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.2.4. Stock de Carbono en Biomasa y Necromasa

El stock de carbono presente en la biomasa aérea mostró valores de stock de carbono mínimo de  $119.17 \text{ MgCha}^{-1}$  y máximo a  $158.50 \text{ MgCha}^{-1}$ , resultando en promedio  $131.67 \pm 43.31 \text{ MgCha}^{-1}$ . Este valor es superior a lo reportado por Silva *et al.*, (2012), el cual estima  $8.25$  y  $93 \text{ MgCha}^{-1}$  para la biomasa de una purma joven y antigua, del estado de Pará-Brasil, De igual forma es superior a lo reportado por Gibbon *et al* (2010); (citado de WWF, 2014), Asner (2010), los cuales reportan  $63 \text{ MgCha}^{-1}$  para el mismo tipo de formación vegetal en la región de Madre de Dios, y  $30.67 \pm 16.7 \text{ MgCha}^{-1}$ , para los bosques secundarios en la región de Madre de Dios respectivamente. Por otro lado este valor es inferior en comparación a lo reportado por Lapeyre *et al.*, (2004), quien reporta  $234.3 \text{ MgCha}^{-1}$  para la biomasa encontrada en una purma de 50 años para la región de San Martín. Así mismo el carbono almacenado

en la necromasa sobre el suelo, mostró valores de stock de carbono mínimo de 6.50 MgCha<sup>-1</sup> y máximo a 34.95 MgCha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 18.70 ±29.90 MgCha<sup>-1</sup> (Figura 17 y Cuadro 27) .Este valor es similar a lo reportado por Araujo-Murakami et al., (2011), Baker et al., (2007), Chao et al., (2009), Silva et al., (2012), cuyos valores son reportados para la necromasa en la región de Madre de Dios; del Suroeste de la Amazonia, y para la necromasa de un bosque intervenido y un bosque conservado.

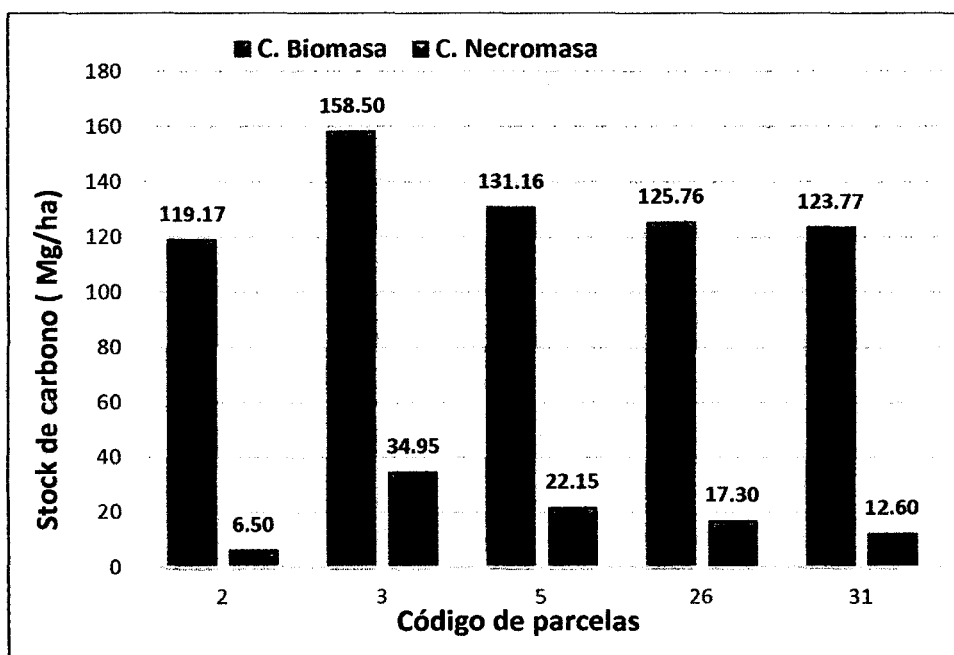


Figura 17. Stock de Carbono por parcelas en biomasa, y necromasa en (Cpc-B).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.3. Complejo de chacras y purmas (Cpc-A)

En esta formación vegetal fueron instaladas cinco parcelas (Anexo III, Cuadro 14), en el cuadro 28 se especifican los valores de Biomasa aérea, necromasa, Carbono así como el número de especies arbóreas, individuos que se hallaron en cada parcela muestreada de 1225 m<sup>2</sup>.

### 3.1.3.1. Biomasa por clases diamétricas (<5, 5 - <20, 20 - 50 y >50 Dap)

El inventario de biomasa de acuerdo a la distribución de los nidos o sub parcelas (3x3,7x7,25x25 y 35x35), permitió realizar un análisis de distribución de la biomasa por clases diamétricas, donde se estimó para la clase <5 cm Dap valores de biomasa mínimo de 1.09 Mgha<sup>-1</sup> y máximo a 9.15 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 4.07 Mgha<sup>-1</sup>, estos valores son superiores comparado a lo estimado por Arreaga (2002) y Silva *et al.*, (2012), los cuales reportan valores entre 0.7-1.07 Mgha<sup>-1</sup> para bosques con manejo forestal de la Reserva de Biosfera Maya y 0.9 ± 0.2 - 0.8 ± 0.2 Mgha<sup>-1</sup> para una purma antigua y joven del estado de Pará-Brasil, respectivamente para brinzales en ambos casos. Así mismo para la clase 5 - < 20 cm Dap se estimó valores de biomasa mínima de 13.11 Mgha<sup>-1</sup> y máxima a 52.03 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 30.87 Mgha<sup>-1</sup>, valores que son relativamente superiores a los estimados por Arreaga (2002), Mamani (2012) y Silva *et al.*, (2012), los cuales reportan promedios de 13.27-18.2 Mgha<sup>-1</sup> para bosques con manejo forestal de la Reserva de Biosfera Maya; 23.51 Mgha<sup>-1</sup> para un bosque con paca de terrazas altas, y 12.2±2.3-17.4±2.8 para una purma antigua y joven del estado de Pará-Brasil, en todos los casos para latizales, por otro lado es similar a lo reportado por Nascimento & Laurance (2002), los cuales reportan valores de 30.62 Mgha<sup>-1</sup>. Para la clase 20-50 cm Dap estimó valores de biomasa mínima de 8.51 Mgha<sup>-1</sup> y máxima a 43.59 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 27.80 Mgha<sup>-1</sup>. Finalmente para la clase > 50 cm Dap estimó valores de biomasa mínima de 0 Mgha<sup>-1</sup> y máxima a 52.21 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 10.44 Mgha<sup>-1</sup> (Figura 18 Cuadro 19), para ambos casos de fustales, estos valores son inferiores a lo estimado por Mamani (2012), el cual reporta en promedio 306.07 Mgha<sup>-1</sup>. Así mismo son inferiores a los estimados por Chave *et al.*, (2005); Quinto (2010), Yepes *et al.*, (2011), los cuales reportaron valores de 136.122 Mgha<sup>-1</sup>, 179.06 - 238.42 Mgha<sup>-1</sup>, y 244 ±63 Mgha<sup>-1</sup> respectivamente, por otro lado es relativamente superior a lo reportado Silva *et al.*, (2012), para la biomasa de fustales en una purma joven, reportando así en promedio 3.5±2.3 Mgha<sup>-1</sup>, sin embargo se encuentra muy por debajo a lo reportado por este mismo autor para la biomasa de fustales en una purma antigua,

reportando así en promedio  $168.6 \pm 46.1 \text{ Mg ha}^{-1}$ . Independientemente del tipo de formación vegetal, la superioridad o la inferioridad de los cálculos obtenidos para estas clases diamétrica en esta formación vegetal, depende mucho de los años de recuperación, ya que se trata de un bosque secundario joven, en donde muchas veces la presencia de individuos en la mayor clase diamétrica superior es nula, lo que concuerda con Silva *et al.*, (2012), al reportar un valor muy bajo de biomasa de fustales de una purma joven en comparación con una purma antigua.

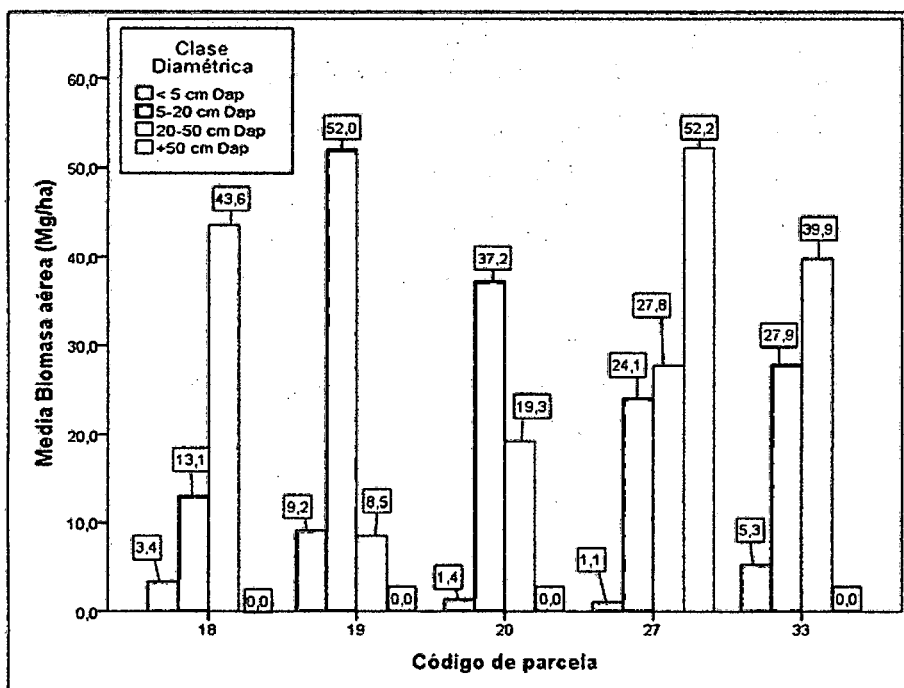


Figura 18. Biomasa por parcelas y clase diamétrica en (Cpc-A).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.3.1.1. Análisis estadístico

Se determinó que la mayor cantidad de biomasa es almacenada por la clase diamétrica 5 - <20 cm Dap, seguido por la clase diamétrica 20-50 cm Dap y >50 cm Dap, sin embargo estos presentaron solo una diferencia numérica mas no una diferencia estadística significativa, lo cual puede ser atribuido al bajo número de individuos en las

reportado por Chao et al., (2009), el cual reporta un valor promedio de  $17.5 \text{ Mg ha}^{-1}$ , para la necromasa del Suroeste de la Amazonia.

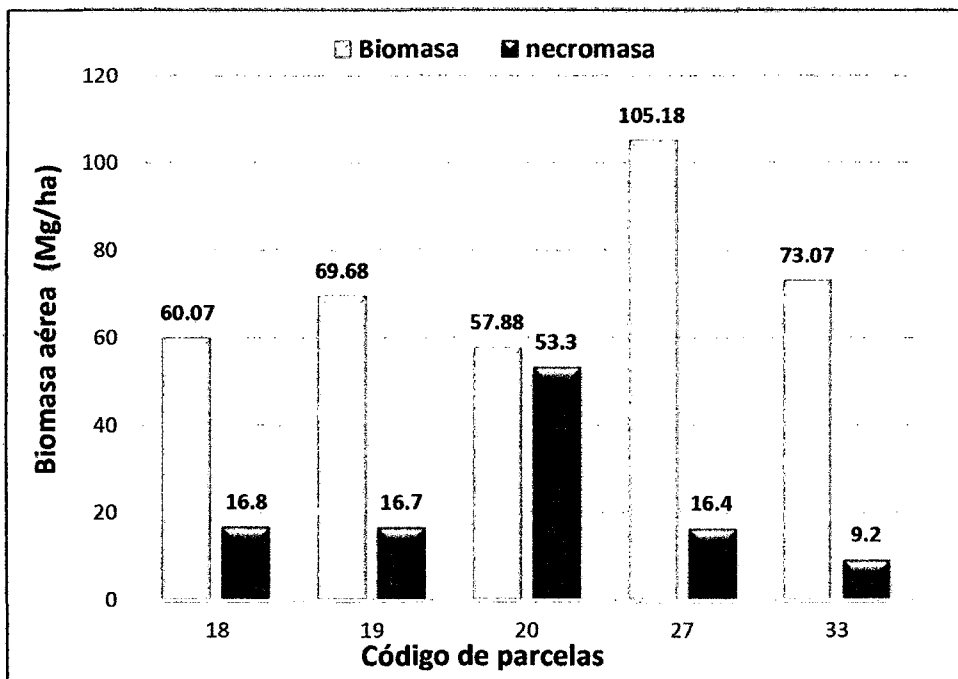


Figura 20. Biomasa aérea y necromasa por parcelas en (Cpc-A).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.3.4. Stock de Carbono en Biomasa y Necromasa

El stock de carbono presente en la biomasa aérea mostró valores de stock de carbono mínimos de  $28.94 \text{ MgCha}^{-1}$  y máximos a  $52.59 \text{ MgCha}^{-1}$ , resultando en promedio  $36.59 \pm 26.36 \text{ MgCha}^{-1}$ . Este valor es inferior a lo reportado por Silva *et al.*, (2012), el cual reporta  $93 \text{ MgCha}^{-1}$  para la biomasa de una purma antigua, del estado de Pará-Brasil, por otro lado es superior a lo reportado para este mismo autor, el cual reporta  $8.25 \text{ MgCha}^{-1}$  para una purma joven, de igual forma este valor es inferior a lo reportado por Lapeyre *et al.*, (2004), reportando  $62.1 \text{ MgCha}^{-1}$  y  $234.3 \text{ MgCha}^{-1}$  para la biomasa encontrada en una purma de 20 y 50 años respectivamente para la región de San Martín. Así mismo también se encuentra por debajo a lo reportado por Gibbon *et al.*, (2010; citado de WWF, 2014), el cual reporta un valor de  $63 \text{ MgCha}^{-1}$  para el mismo

tipo de formación vegetal en la región de Madre de Dios, por otro lado es similar a lo reportado por Asner (2010), quien reporta un valor de  $30.67 \pm 16.7 \text{ MgCha}^{-1}$ , para los bosques secundarios en la región de Madre de Dios. Así mismo el carbono almacenado en la necromasa sobre el suelo, mostró valores de stock de carbono mínimo de  $4.60 \text{ MgCha}^{-1}$  y máximo a  $26.65 \text{ MgCha}^{-1}$ , resultando en promedio  $11.24 \pm 24.33 \text{ MgCha}^{-1}$  (Figura 21 y Cuadro 28), este valor es inferior a lo reportado por Araujo-Murakami *et al.*, (2011), pese a que en dicho estudio no se consideró a la hojarasca en sus cálculos, por otro lado es superior a lo reportado por Chao *et al.*, (2009), Silva *et al* (2012), cuyos valores son reportados para la necromasa del Suroeste de la Amazonia, y para la necromasa de un bosque intervenido y un bosque conservado, sin embargo para el segundo caso este no considero en sus cálculos de necromasa, a ninguna clase de madera muerta.

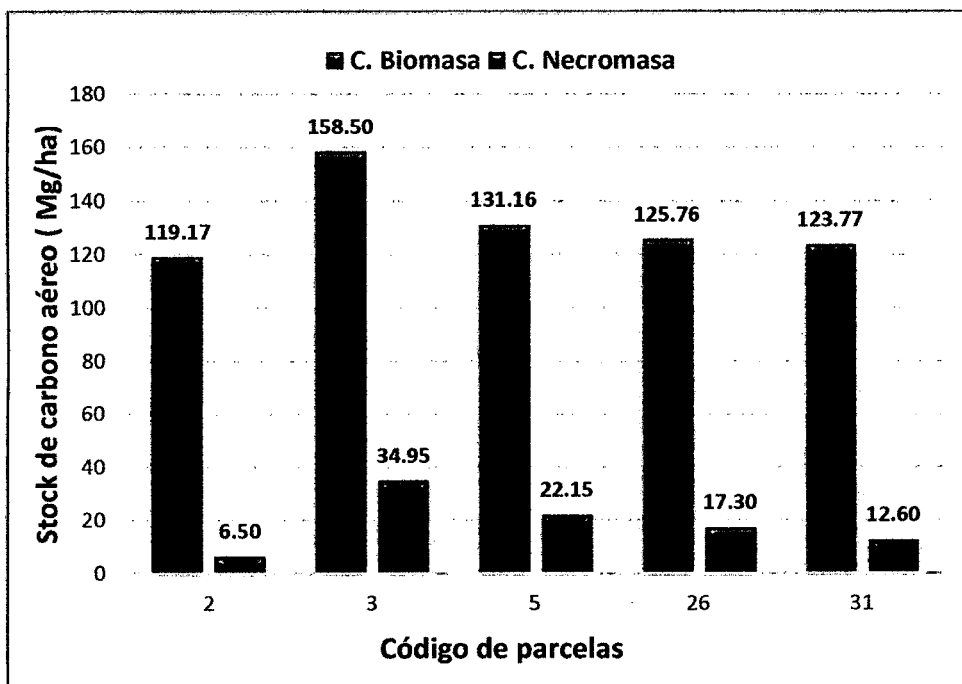


Figura 21. Stock de Carbono por parcelas en biomasa, y necromasa en (Cpc-A).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### **3.1.4. Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o aguajales (Cpal-M)**

En esta formación vegetal se caracteriza principalmente por ser una zona inundable lo que limitó la medición de individuos < 5 cm Dap así como de la necromasa en los tres tipos de reservorios evaluados. En tal sentido se optó por no evaluar estas variables en dicho estrato para evitar un sesgo en las mediciones y posteriores estimaciones. Es así que fueron instaladas 3 parcelas, (Anexo III Cuadro 14). En el Cuadro 29 se especifican los valores de biomasa aérea de individuos  $\geq 5$  cm Dap y Carbono así como el número de individuos, especies arbóreas, área basal que se hallaron en cada parcela muestreada de 1225 m<sup>2</sup>.

#### **3.1.4.1. Biomasa por clases diamétricas (5 - <20, 20 - 50 y >50 Dap)**

El inventario de biomasa de acuerdo a la distribución de los nidos o sub parcelas (7x7, 25x25 y 35x35), permitió realizar un análisis de distribución de la biomasa por clases diamétricas, donde se estimó para la clase 5 - <20 cm Dap valores de biomasa mínima de 0 Mgha<sup>-1</sup> y máxima a 45.70 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 19.23 Mgha<sup>-1</sup>. Este valor es relativamente inferior en comparación a los estimados por Nascimento & Laurance (2002), los cuales reportan en promedio valores de, y 30.62 Mgha<sup>-1</sup>, para los bosques primarios de Brasil, respectivamente. Por otro lado es relativamente superior a lo reportado por Arreaga (2002), y Silva *et al* (2012), los cuales reportan promedios de 13.27-18.2 Mgha<sup>-1</sup> para bosques con manejo forestal de la Reserva de Biosfera Maya, y 12.2 $\pm$ 2.3-17.4 $\pm$ 2.8 para una purma antigua y joven del estado de Pará-Brasil, en todos los casos para latizales. Para la clase 20-50 cm Dap se estimó valores de biomasa mínima de 157.37 Mgha<sup>-1</sup> y máxima a 243.34 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 210.07 Mgha<sup>-1</sup>. Finalmente para la clase > 50 cm Dap estimó valores de biomasa mínima de 0 Mgha<sup>-1</sup> y máxima a 42.11 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 14.04 Mgha<sup>-1</sup>. (Figura 22 y Cuadro 21), Dicho promedio se encuentra por debajo a lo estimado por Mamani (2012), Yepes *et al.*, (2011), los cuales reportan en promedio 306.07 Mgha<sup>-1</sup> y 244  $\pm$ 63 Mgha<sup>-1</sup> respectivamente, para fustales. Así mismo este

promedio es superior a lo reportado por Chave *et al.*, (2005); Silva *et al.*, (2012), los cuales reportan valores de  $136.122 \text{ Mgha}^{-1}$ , y  $168.6 \pm 46.1 \text{ Mgha}^{-1}$ , para los bosques de Colombia y para una purma antigua del estado de Pará – Brasil, respectivamente. Sin embargo este valor es similar a lo reportado por Quinto (2010), el cual reporta valores de  $179.06 - 238.42 \text{ Mgha}^{-1}$ , para un bosque pluvial de Colombia.

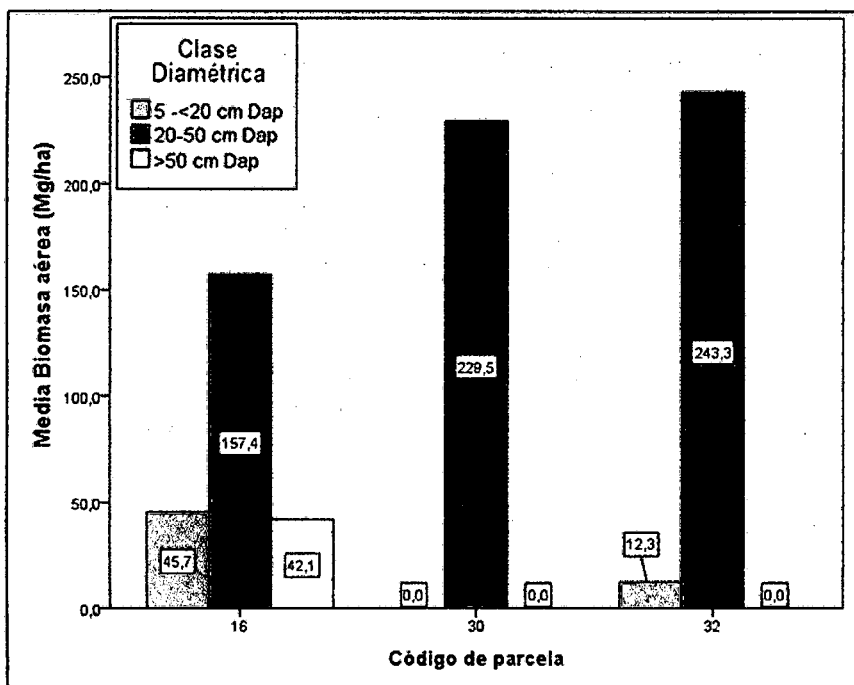


Figura 22. Biomasa por parcelas y clase diamétrica en (Cpal-M).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.4.1.1. Análisis estadístico

Se determinó que la mayor cantidad de biomasa es almacenada por la clase diamétrica 20-50 cm Dap existiendo diferencias significativas con respecto a las demás clases (cuadro 11).



Cuadro 11. Prueba de tukey al 95% para estimar diferencias estadísticas por clase diamétrica en (Cpal-M).

Clase Diamétrica	N	Subconjunto	
		b	a
+50 cm Dap	3	14,0367	210,0733
5-<20 cm Dap	3	19,3233	
20-50 cm Dap	3		
Sig.		,979	1,000

Fuente: Elaboración propia (2014).

En el cuadro 11 se puede apreciar que la mayor cantidad de biomasa se encuentra distribuida en la clase diamétrica intermedia de 20-50 cm de Dap, existiendo así una reducida biomasa en la clase diamétrica superior, lo cual es de esperarse según de Morais et al., (2013) para este tipo de formación vegetal ya que la naturaleza de la principal y más abundante de sus especies, que es el aguaje, presenta un definido y limitado diámetro a una edad muy joven, no presentando así variaciones considerables conforme pasa el tiempo.

### 3.1.4.2. Biomasa por parcelas

El inventario de biomasa (individuos vivos) realizado en las 3 parcelas instaladas en esta formación vegetal con sus respectivas sub parcelas (3x3, 7x7, 25x25 y 35x35m) de acuerdo a la distribución de las clases diamétricas estimó valores mínimo de 229.51  $Mgha^{-1}$  y máximo a 255.63  $Mgha^{-1}$ , resultando en promedio 243.43  $Mgha^{-1}$ . (Figura 23 y Cuadro 29). Dicho valor es similar al promedio reportado por Gibbon *et al.*, (2010; citado de WWF, 2014), AIDER (2012), los cuales reportan 240  $Mgha^{-1}$  para un tipo de formación vegetal similar, y 220  $Mgha^{-1}$ , para un aguajal mixto, respectivamente, en ambos casos dentro de la región de Madre de Dios. Así mismo es similar a lo reportado por Freitas *et al.*, (2006), quien reporta un valor promedio de 222.4  $Mgha^{-1}$ , para un aguajal denso, sin embargo es superior a lo reportado por este mismo autor, para un aguajal mixto quien reporta un promedio de 163.72  $Mgha^{-1}$ , en ambos casos en la región de Loreto.

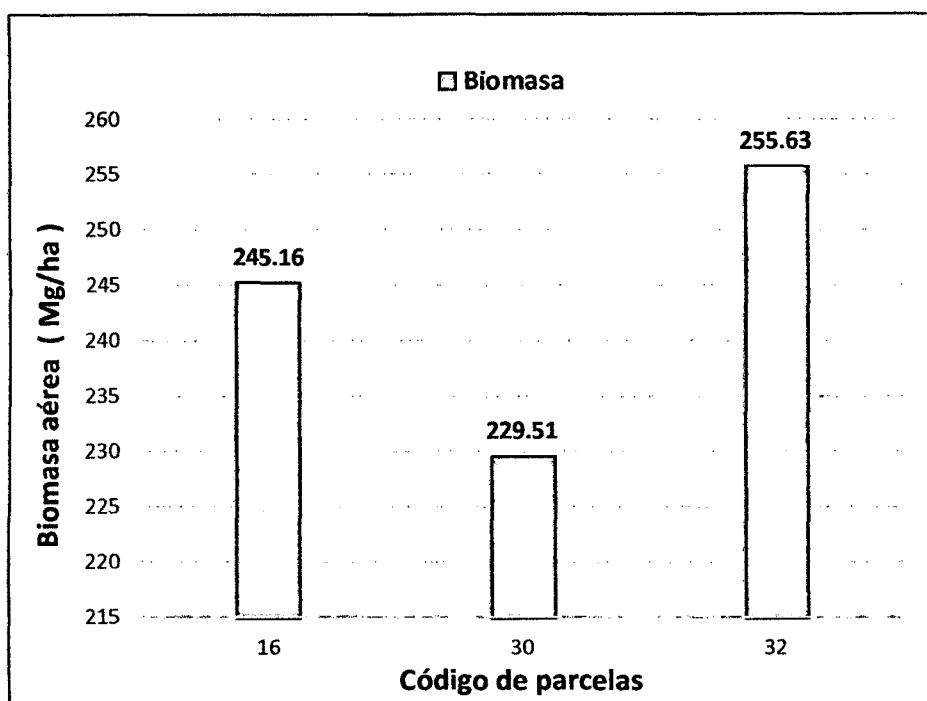


Figura 23. Biomasa aérea por parcelas en (Cpal-M).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.4.3. Stock de Carbono en Biomasa.

El stock de carbono presente en la biomasa aérea mostró valores de stock de carbono mínimo de  $114.8 \text{ MgCha}^{-1}$  y máximo a  $127.8 \text{ MgCha}^{-1}$ , resultando en promedio  $121.7 \text{ MgCha}^{-1}$  (Figura 24 y Cuadro 29). Dicho valor es similar al promedio reportado por Gibbon *et al.*, (2010; citado de WWF, 2014), AIDER (2012), los cuales reportan  $120 \text{ Mgha}^{-1}$  para un tipo de formación vegetal similar, y  $110 \text{ MgCha}^{-1}$ , para un aguajal mixto, respectivamente, en ambos casos dentro de la región de Madre de Dios. Así mismo es similar a lo reportado por Freitas *et al.*, (2006), quien reporta un valor promedio de  $111.2 \text{ MgCha}^{-1}$ , para un aguajal denso, sin embargo es superior a lo reportado por este mismo autor, para un aguajal mixto quien reporta un promedio de  $81.86 \text{ MgCha}^{-1}$ , en ambos casos en la región de Loreto. Así mismo dicho promedio es superior a lo reportado por García *et al.*, (2012), el cual estima valores promedios de  $96.33 \pm 15.16 \text{ MgCha}^{-1}$  y  $51.28 \pm 16.29 \text{ MgCha}^{-1}$ , para aguajales situadas en la zona baja y alta respectivamente, de la cuenca del río Aguaytía.

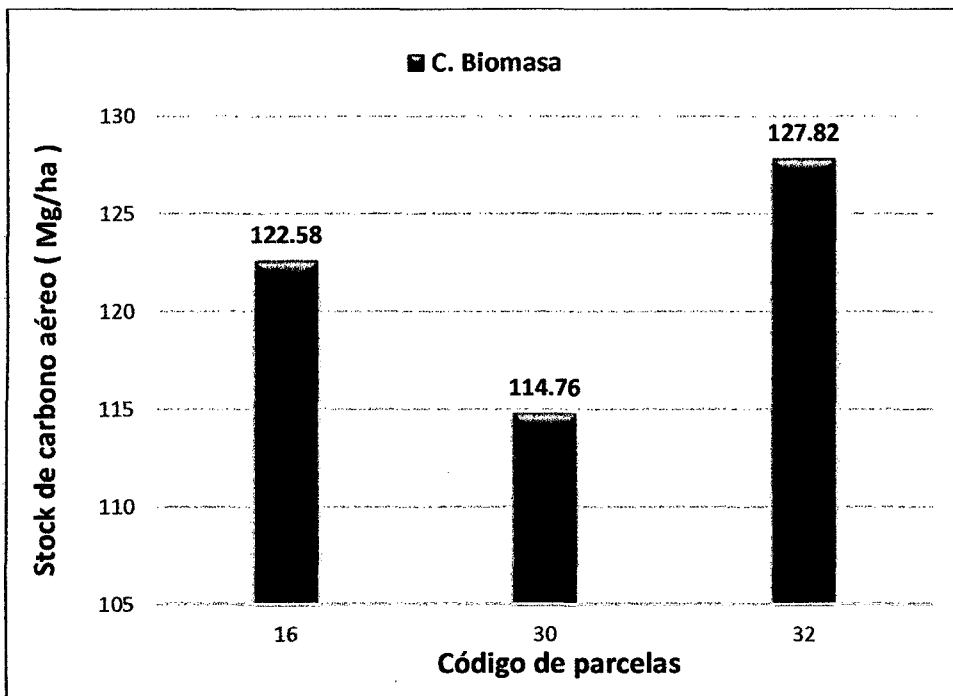


Figura 24. Stock de Carbono por parcelas en biomasa y necromasa en (Cpal-M).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.5. Comunidades pantanosas arbóreas (renacales y palmerales) (Cp-ar) y Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas (Cs-Ab).

En estas formaciones vegetales fueron instaladas cuatro parcelas, dos por cada formación vegetal (Anexo III, Cuadro 14), En el cuadro 30 y 31 se especifican los valores de Biomasa aérea, necromasa y Carbono así como el número de especies arbóreas y el número de individuos que se hallaron en cada parcela muestreada.

#### 3.1.5.1. Biomasa por clases diamétricas (<5, 5 - <20, 20 - 50 y >50 Dap)

El inventario de biomasa de acuerdo a la distribución de los nidos o sub parcelas (3x3, 7x7, 25x25 y 35x35), permitió realizar un análisis de distribución de la biomasa por clases diamétricas, donde se estimó para la formación vegetal Comunidades pantanosas arbóreas (renacales y palmerales) (Cp-ar) para la clase <5 cm Dap valores de biomasa mínimo de  $0.54 \text{ Mgha}^{-1}$  y máximo a  $0.98 \text{ Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio

0.76  $\text{Mgha}^{-1}$ . Dichos valores son similares en comparación a lo estimado por Arreaga (2002) y Silva *et al.*, (2012), los cuales reportan valores entre 0.7-1.07  $\text{Mgha}^{-1}$  para bosques con manejo forestal de la Reserva de Biosfera Maya y  $0.9 \pm 0.2 - 0.8 \pm 0.2 \text{Mgha}^{-1}$  para una purma antigua y joven del estado de Pará-Brasil, respectivamente para brinzales en ambos casos. Así mismo para la clase 5 - <20 cm Dap estimó valores de biomasa mínima de 0  $\text{Mgha}^{-1}$  y máxima a 67.46  $\text{Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio 33.73  $\text{Mgha}^{-1}$ . Este valor es similar en comparación a los estimados por Mamani (2012), Nascimento & Laurance (2002), Arreaga (2002), y Silva *et al.*, (2012, los cuales reportan en promedio valores de 23.51  $\text{Mgha}^{-1}$  para un bosque con paca de terrazas altas; 30.62  $\text{Mgha}^{-1}$ , para los bosques primarios de Brasil; 13.27-18.2  $\text{Mgha}^{-1}$  para bosques con manejo forestal de la Reserva de Biosfera Maya, y  $12.2 \pm 2.3 - 17.4 \pm 2.8$  para una purma antigua y joven del estado de Pará-Brasil, respectivamente en todos los casos para latizales respectivamente. Para la clase 20-50 cm Dap estimó valores de biomasa mínima de 52.35  $\text{Mgha}^{-1}$  y máxima a 122.82  $\text{Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio 87.58  $\text{Mgha}^{-1}$ . Finalmente para la clase > 50 cm Dap no se encontraron individuos que cumplan con estas características, resultando 0  $\text{Mgha}^{-1}$  (Figura 25 y Cuadro 24), Dicho promedio se encuentra muy por debajo a lo estimado por otros autores como Mamani (2012); Yepes *et al.*, (2011); Chave *et al.*, (2005); Silva *et al.*, (2012), Quinto (2010), los cuales reportan en promedio 306.07  $\text{Mgha}^{-1}$  para un bosque con paca de terrazas altas;  $244 \pm 63 \text{Mgha}^{-1}$ , para los bosques de Antioquia-Colombia, en un gradiente altitudinal de 8-2800msnm; 136.122  $\text{Mgha}^{-1}$ , para los bosques de Colombia;  $168.6 \pm 46.1 \text{Mgha}^{-1}$ , para una purma antigua del estado de Pará – Brasil;  $179.06 - 238.42, ^{-1}$ , para un bosque pluvial de Colombia.

En la formación vegetal Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas (Cs-Ab) se estimó para la clase <5 cm Dap valores de biomasa mínimo de 2.85  $\text{Mgha}^{-1}$  y máximo a 5.22  $\text{Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio 4.03  $\text{Mgha}^{-1}$ . Estos valores son superiores en comparación a lo estimado por Arreaga (2002) y Silva *et al.*, (2012), los cuales reportan valores entre 0.7-1.07  $\text{Mgha}^{-1}$  para bosques con manejo forestal de la Reserva de Biosfera Maya y  $0.9 \pm 0.2 - 0.8 \pm 0.2 \text{Mgha}^{-1}$  para una purma antigua y

joven del estado de Pará-Brasil, respectivamente para brinzales en ambos casos. Así mismo para la clase 5- <20 cm Dap estimó valores de biomasa mínima de 16.22  $\text{Mgha}^{-1}$  y máxima a 37.49  $\text{Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio 26.85  $\text{Mgha}^{-1}$ . Este valor es similar a los estimados por Mamani (2012), Nascimento & Laurance (2002), los cuales reportan en promedio valores de 23.51  $\text{Mgha}^{-1}$  para un bosque con paca de terrazas altas; 30.62  $\text{Mgha}^{-1}$ , para los bosques primarios de Brasil, así mismo es relativamente superior a lo reportado por; Arreaga (2002), y Silva *et al.*, (2012,; 13.27-18.2  $\text{Mgha}^{-1}$  para bosques con manejo forestal de la Reserva de Biosfera Maya, y 12.2 $\pm$ 2.3-17.4 $\pm$ 2.8 para una purma antigua y joven del estado de Pará-Brasil, en todos los casos para latizales respectivamente. Para la clase 20-50 cm Dap se estimó valores de biomasa mínima de 30.44  $\text{Mgha}^{-1}$  y máxima a 54.49  $\text{Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio 42.46  $\text{Mgha}^{-1}$ . Finalmente para la clase > 50 cm Dap estimó valores de biomasa mínima de 61.44  $\text{Mgha}^{-1}$  y máxima a 65.54  $\text{Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio 63.49  $\text{Mgha}^{-1}$  (Figura 25 y Cuadro 22), Este promedio en general para los fustales > 50 cm Dap se encuentra muy por debajo a lo estimado por otros autores como Mamani (2012); Yepes *et al.*, (2011); Chave *et al.*, (2005); Silva *et al.*, (2012), Quinto (2010), los cuales reportan en promedio 306.07  $\text{Mgha}^{-1}$  para un bosque con paca de terrazas altas; 244  $\pm$ 63  $\text{Mgha}^{-1}$ , para los bosques de Antioquia-Colombia, en un gradiente altitudinal de 8-2800msnm; 136.122  $\text{Mgha}^{-1}$ , para los bosques de Colombia; 168.6  $\pm$ 46.1  $\text{Mgha}^{-1}$ , para una purma antigua del estado de Pará – Brasil; 179.06 - 238.42,  $\text{Mgha}^{-1}$ , para un bosque pluvial de Colombia.

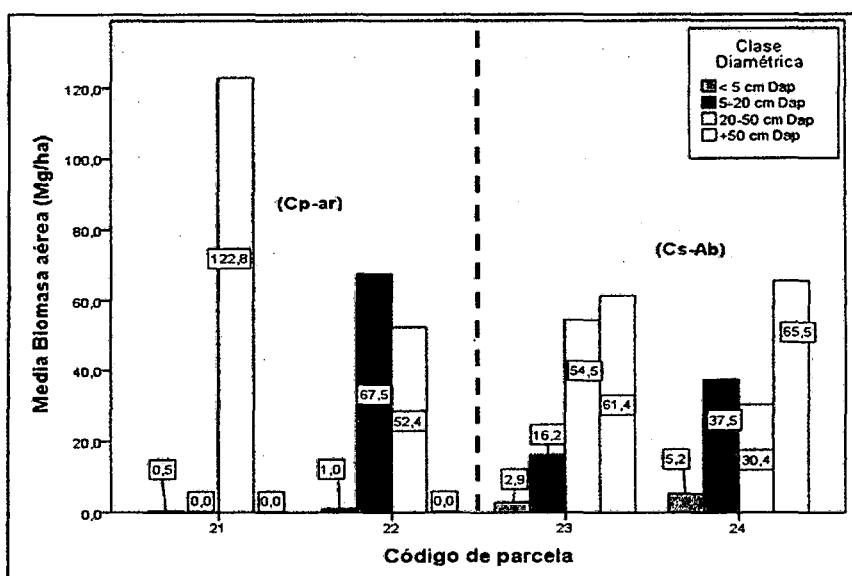


Figura 25. Biomasa por parcelas y clase diamétrica en (Cp-ar) y (Cs-Ab).

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.5.1.1. Análisis estadístico

Solo se reportó diferencias en la formación vegetal Comunidades sucesiones a orillas de aguas blancas (Cs-Ab), en la cual se determinó que la mayor cantidad de biomasa es almacenada por la clase diamétrica >50 cm Dap, seguido por la clase diamétrica 20-50 cm Dap y 5- <20 cm Dap, sin embargo esta diferencia es solo numérica, debido a que no hubo diferencias significativas en ninguna de las clases mencionadas. Existiendo así, solo diferencia significativa entre la clase < 5 cm Dap y >50 cm Dap.

Cuadro 12. Prueba de tukey al 95% para estimar diferencias estadísticas por clase diamétrica en (Cp-ar) y (Cs-Ab).

Clase Diamétrica	N	Subconjunto	
		b	a
< 5 cm Dap	2	4,0350	
5-<20 cm Dap	2	26,8550	26,8550
20-50 cm Dap	2	42,4650	42,4650
>50 cm Dap	2		63,4900
Sig.		,091	,105

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.5.2. Necromasa por tipo de reservorio (hojarasca, madera muerta caída y madera muerta en pie)

La cuantificación de necromasa se realizó conjuntamente con las parcelas de biomasa. Este análisis permitió determinar la distribución de necromasa por tipo de reservorio, donde se estimó para la formación vegetal Comunidades pantanosas arbóreas (renacales y palmerales) (Cp-ar) en el reservorio de hojarasca valores de necromasa mínimo de  $21.84 \text{ Mgha}^{-1}$  y máximo a  $22.68 \text{ Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio  $22.26 \text{ Mgha}^{-1}$ . Dichos valores son superiores en comparación a lo reportado por Silva *et al.*, (2012), y Lapeyre *et al.*, (2004), los cuales reportan valores de  $5.1 \pm 1.2 - 5.6 \pm 0.5 \text{ Mgha}^{-1}$ , de necromasa para una purma joven y antigua del estado de Pará-Brasil, y de  $3.9 - 4.7 \text{ Mgha}^{-1}$ , para una purma de 20 y de 50 años respectivamente, de manera similar estos valores fueron superiores en comparación a la necromasa de la hojarasca presente en cualquiera de las formaciones vegetales reportadas por AIDER (2012), en la comunidad nativa de infierno de la región de Madre de Dios. Así mismo para el reservorio madera muerta caída estimó valores de necromasa mínimo de  $0 \text{ Mgha}^{-1}$  y máximo a  $13.70 \text{ Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio  $6.85 \text{ Mgha}^{-1}$ . Finalmente para el reservorio madera muerta de pie se reportó valores mínimo de  $0 \text{ Mgha}^{-1}$  y máximo a  $0.02 \text{ Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio  $0.01 \text{ Mgha}^{-1}$  (Figura 26 y Cuadro 25). Valores que se encuentran por debajo a lo reportado por Araujo-Murakami *et al.*, (2011), tanto para madera muerta caída como para madera muerta en pie, sin embargo al igual que en el presente estudio se encontró que existe mayor contenido de necromasa en la madera muerta caída que en la madera muerta en pie.

Para la formación vegetal Comunidades sucesionales a orillas de aguas blancas (Cs-Ab) estimó en el reservorio de hojarasca valores de necromasa mínimo de  $20.0 \text{ Mgha}^{-1}$  y máximo a  $23.20 \text{ Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio  $21.60 \text{ Mgha}^{-1}$ . Valores que son superiores a lo reportado por Silva *et al.*, (2012), y Lapeyre *et al.*, (2004), los cuales estimaron valores de  $5.1 \pm 1.2 - 5.6 \pm 0.5 \text{ Mgha}^{-1}$  de necromasa para una purma joven y antigua respectivamente del estado de Pará-Brasil, y de  $3.9 - 4.7 \text{ Mgha}^{-1}$ , de manera similar estos valores fueron superiores en comparación a la necromasa de la hojarasca

presente en cualquiera de las formaciones vegetales reportadas por AIDER (2012), en la comunidad nativa de infierno de la región de Madre de Dios. Así mismo para el reservorio madera muerta caída estimó valores de necromasa mínima de 22.58  $Mgha^{-1}$  y máximo a 38.30  $Mgha^{-1}$ , resultando en promedio 30.44  $Mgha^{-1}$ . Finalmente para el reservorio madera muerta de pie no se reportó valores por tanto obtuvo 0  $Mgha^{-1}$  (Figura 26 y Cuadro 23), Valores que son relativamente superiores a lo reportado por Araujo-Murakami *et al.*, (2011), tanto para madera muerta caída como para madera muerta en pie, sin embargo al igual que en el presente estudio se encontró que existe mayor contenido de necromasa en la madera muerta caída que en la madera muerta en pie.

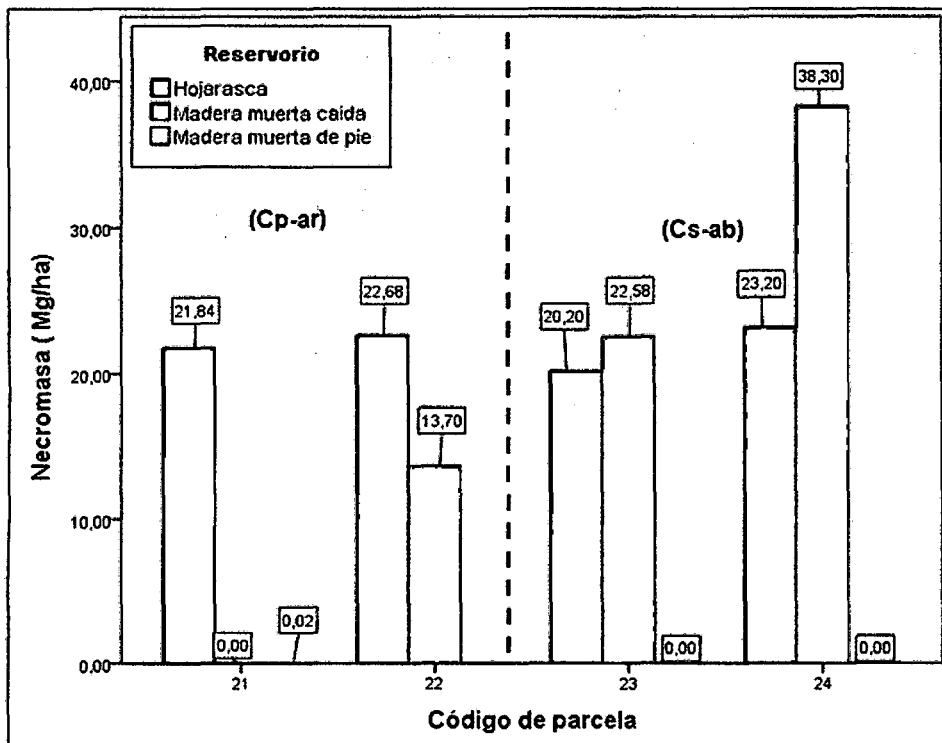


Figura 26. Necromasa por parcela y tipo de reservorio en (Cp-ar) y (Cs-Ab).

Fuente: Elaboración propia (2014).



### 3.1.5.2.1. Análisis estadístico

Para el tipo de formación vegetal de Comunidades sucesionales a orillas de aguas blancas (Cs-Ab) se determinó que la mayor cantidad de necromasa es almacenada por el reservorio madera muerta caída, seguido por el reservorio hojarasca, sin embargo estos presentaron solo una diferencia numérica mas no una diferencia estadística significativa, habiendo solo una diferencia significativa entre la necromasa de la madera muerta caída frente a la madera muerta en pie. Por otro lado la formación vegetal de Comunidades pantanosas arbóreas de palmeras y renacales no obedece este patrón, en el cual los tipos de reservorio de necromasa se limitan a presentar tan solo una diferencia numera más no una diferencia significativa (Cuadro 13).

Cuadro 13. Prueba de Tukey al 95% para estimar diferencias estadísticas por tipo de reservorio en (Cp-ar) y (Cs-Ab).

Tipo de reservorio	N	Subconjunto (Cs-Ab)		Subconjunto (Cp-ar)
		b	a	a
Madera muerta de pie	2	,0000		,0100
Hojarasca	2	217,000	217,000	68,500
Madera muerta caída	2		304,400	222,600
Sig.		,089	,470	,057

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.5.3. Biomasa y Necromasa por parcelas

El inventario de biomasa realizado en las 4 parcelas instaladas en la formación vegetal de Comunidades pantanosas arbóreas (renacales y palmerales) (Cp-ar) y Comunidades sucesionales a orillas de aguas blancas (Cs-Ab) con sus respectivas sub parcelas (3x3, 7x7, 25x25 y 35x35m) de acuerdo a la distribución de las clases diamétricas así como la necromasa (materia muerta) estimada en los tres tipos de reservorios evaluados (hojarasca, madera muerta caída y madera muerta de pie).

Para la biomasa de Cp-ar se estimó valores mínimos de 120.78 Mgha<sup>-1</sup> y máximos a 123.36 Mgha<sup>-1</sup>, resultando en promedio 122.07 Mgha<sup>-1</sup>, de manera similar se reporta

para la formación vegetal Cs-Ab, presentando así un valor mínimo de  $134.99 \text{ Mgha}^{-1}$  y máximo de  $138.69 \text{ Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio  $136.84 \text{ Mgha}^{-1}$ . Valores que son inferiores a lo reportado por Gibbon *et al.*, (2010); (citado de WWF, 2014), AIDER (2012), los cuales reportan  $190 \text{ Mgha}^{-1}$  y  $240 \text{ Mgha}^{-1}$  y para las mismas formaciones vegetales, en la región Madre de Dios. Así mismo es inferior a lo reportado Silva *et al.*, (2012), Lapeyre *et al.*, (2004), los cuales reportan valores promedios de  $186 \text{ Mgha}^{-1}$ , para la biomasa de una purma antigua, del estado de Pará-Brasil,  $468.2 \text{ Mgha}^{-1}$ , para la biomasa encontrada en una purma de 50 años para la región de San Martín. Por otro lado son superiores a lo reportado por Silva *et al.*, (2012), el cual reporta  $16.5 \text{ Mgha}^{-1}$  para una purma joven. Sin embargo estos promedios son similares a lo reportado por Lapeyre *et al.*, (2004) para una purma de 20 años, el cual reporta un valor promedio de  $124.2 \text{ Mgha}^{-1}$ . Para necromasa de Cp-ar se estimó valores mínimos de  $10.9 \text{ Mgha}^{-1}$  y máximos de  $18.2 \text{ Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio  $14.55 \text{ Mgha}^{-1}$ , el cual es inferior a lo reportado para la formación vegetal de Cs-Ab, presentando así un valor mínimo de  $21.3 \text{ Mgha}^{-1}$  y máximo de  $30.7 \text{ Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio  $26 \text{ Mgha}^{-1}$  (Figura 27 y Cuadro 30 y 31). La necromasa reportada en el presente estudio similar, en comparación a lo reportado por Araujo-Murakami *et al.*, (2011), el cual reporta un valor promedio de  $24.8 - 30.7 \text{ Mgha}^{-1}$ . Por otro lado en comparación a lo reportado por Chao *et al.*, (2009), el cual reporta un valor promedio de  $17.5 \text{ Mgha}^{-1}$ , para la necromasa del Suroeste de la Amazonia.

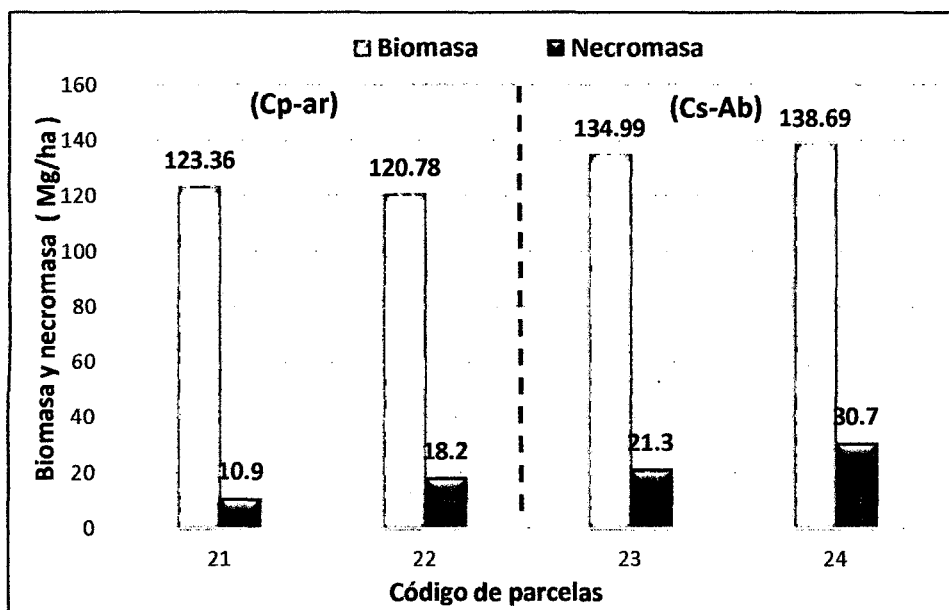


Figura 27. Biomasa aérea y necromasa por parcelas en (Cp-ar) y (Cs-Ab).  
Fuente: Elaboración propia (2014).

#### 3.1.5.4. Stock de Carbono en Biomasa y Necromasa

El stock de carbono presente en la biomasa de Cp-ar mostro valores mínimos de 60.39  $Mgha^{-1}$  y máximos a 61.68  $Mgha^{-1}$ , resultando en promedio 61.035  $Mgha^{-1}$ , de manera similar se reporta para la formación vegetal de Cs-Ab, presentando así un valor mínimo de 67.5  $Mgha^{-1}$  y máximo de 69.35  $Mgha^{-1}$ , resultando en promedio 68.42  $Mgha^{-1}$ . Estos promedios son inferiores a lo reportado por Gibbon *et al.*, (2010); (citado de WWF, 2014), que reportan 120  $Mgha^{-1}$  y 110  $Mgha^{-1}$  para los mismos tipos de formación vegetal, ambos estudios realizados en la región de Madre de Dios. De manera similar estos promedios son inferiores a los reportados por otros autores como Silva *et al.*, (2012), Lapeyre *et al.*, (2004), los cuales reportan valores promedios de 93  $Mgha^{-1}$ , para la biomasa de una purma antigua, del estado de Pará-Brasil, y 234.1  $Mgha^{-1}$ , para la biomasa encontrada en una purma de 50 años para la región de San Martín. Por otro lado son superiores a lo reportado por Silva *et al.*, (2012), el cual reporta 8.25  $Mgha^{-1}$  para una purma joven. Sin embargo estos promedios son similares a lo reportado por Lapeyre *et al.*, (2004) para una purma de 20 años, el cual reporta un valor promedio de 62.1  $Mgha^{-1}$ . Para el stock de carbono presente en la

necromasa de Cp-ar se estimó valores mínimos de  $5.45 \text{ Mgha}^{-1}$  y máximos de  $9.1 \text{ Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio  $7.28 \text{ Mgha}^{-1}$ , el cual es inferior a lo reportado para la formación vegetal de Cs-Ab, presentando así un valor mínimo de  $10.65 \text{ Mgha}^{-1}$  y máximo a  $15.35 \text{ Mgha}^{-1}$ , resultando en promedio  $13 \text{ Mgha}^{-1}$  (Figura 28 y Cuadro 30 y 31).

La necromasa reportada en las formaciones vegetales Cp-ar y Cs-Ab es inferior y similar a lo reportado por Araujo-Murakami *et al.*, (2011), el cual reporta un valor promedio de  $12.4 - 15.35 \text{ Mgha}^{-1}$ . Por otro lado en comparación a lo reportado por Chao *et al.*, (2009), el cual reporta un valor promedio de  $8.75 \text{ Mgha}^{-1}$ , para el stock de carbono presente en la necromasa del Suroeste de la Amazonia, es similar e inferior para las formaciones vegetales Cp-ar y Cs-Ab respectivamente.

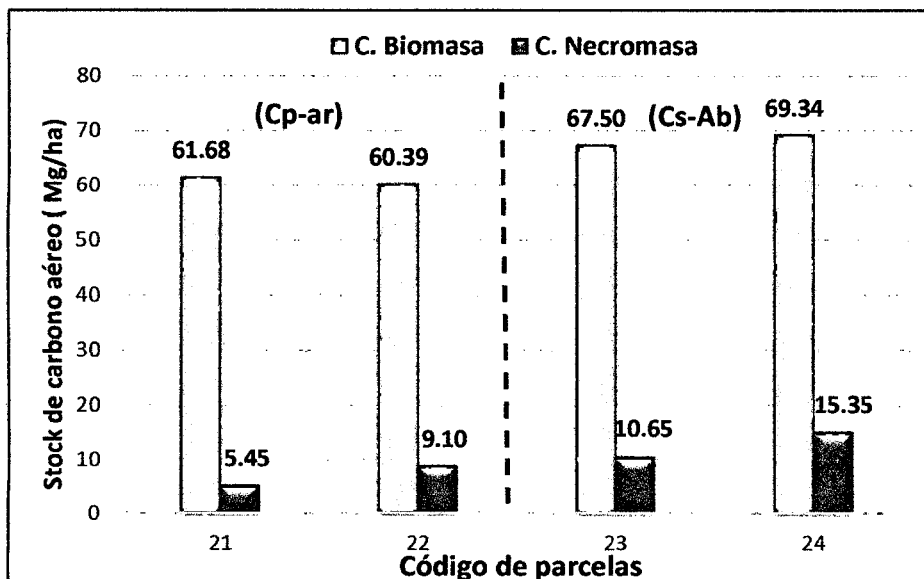


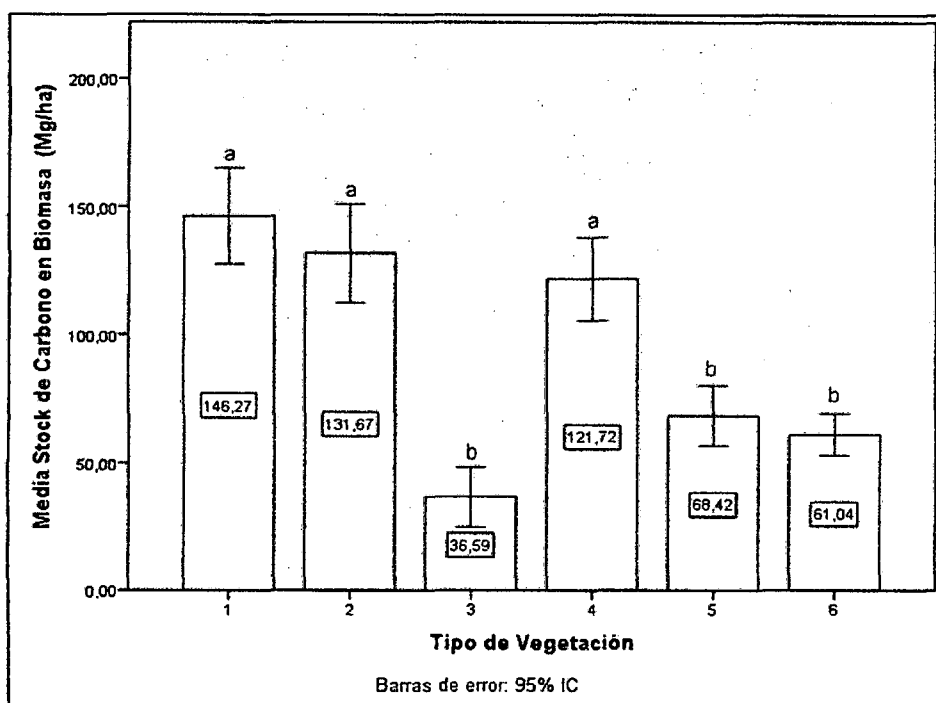
Figura 28. Stock de carbono por parcelas en biomasa y necromasa en (Cp-ar) y (Cs-Ab).

Fuente: Elaboración propia, (2014).

### **3.1.6. Consolidado de Carbono en biomasa, necromasa, carbono total y carbono equivalente almacenado en la vegetación mixta de la comunidad nativa Puerto Arturo.**

#### **3.1.6.1. Carbono total en biomasa de todas las formaciones vegetales**

Para calcular el carbono total se realizó la suma del del carbono presente en la biomasa, se puede apreciar en la figura 29, que el mayor contenido de carbono, se encuentra almacenado en la biomasa del bosque semicaducifolio denso en planicie (1), presentando en promedio un valor de  $146.27 \text{ MgCha}^{-1}$ , la formación vegetal (2), con  $131.67 \text{ MgCha}^{-1}$ . Valores que son superiores a lo reportado por Gibbon *et al.*, (2010; Citado de WWF, 2014); Asner *et al.*, (2010), los cuales reportan valores promedios de  $127 \text{ MgCha}^{-1}$  y  $35.6 (15.4) \text{ MgCha}^{-1}$ . Valores que son inferiores a lo reportado por AIDER (2012); Lapeyre *et al* (2004); Silva *et al.*, (2012); Mamani (2012); WHRC (2012); Martel & Cairampoma (2012); WINROCK (2006); IPCC (2000); Nascimento & Laurance (2002), reportando así valores promedios de  $184.6 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $485 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $167.5 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $165.63 (74.59) \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $150\text{-}200 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $260.79 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $173 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $270 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $199 (15) \text{ MgCha}^{-1}$ . Sin embargo se encuentran dentro del rango de carbono que reporta Anderson *et al* (2012) y Asner *et al* (2010), los cuales reportan un rango de  $100\text{-}150 \text{ MgCha}^{-1}$ . Por otro lado la formación vegetal que presenta menor promedio es Cp-ar, reportando así un promedio de  $61.04 \text{ MgCha}^{-1}$ , siendo este valor inferior a lo reportado por Gibbon *et al.*, 2010; (Citado de WWF, 2014); Freitas *et al.*, (2006), y AIDER (2012), los cuales reportan valores promedios de,  $120 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $81.86 \text{ MgCha}^{-1}$  y  $110 \text{ MgCha}^{-1}$  para el mismo y similares tipos de formación vegetal.



1: Bosque Semicaducifolio denso en planicie, 2: Complejo de purmas y chacras "B", 3: Complejo de purmas y chacras "A", 4: Comunidades pantanosas de palmeras, 5: Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas y 6: Comunidades pantanosas arbóreas.

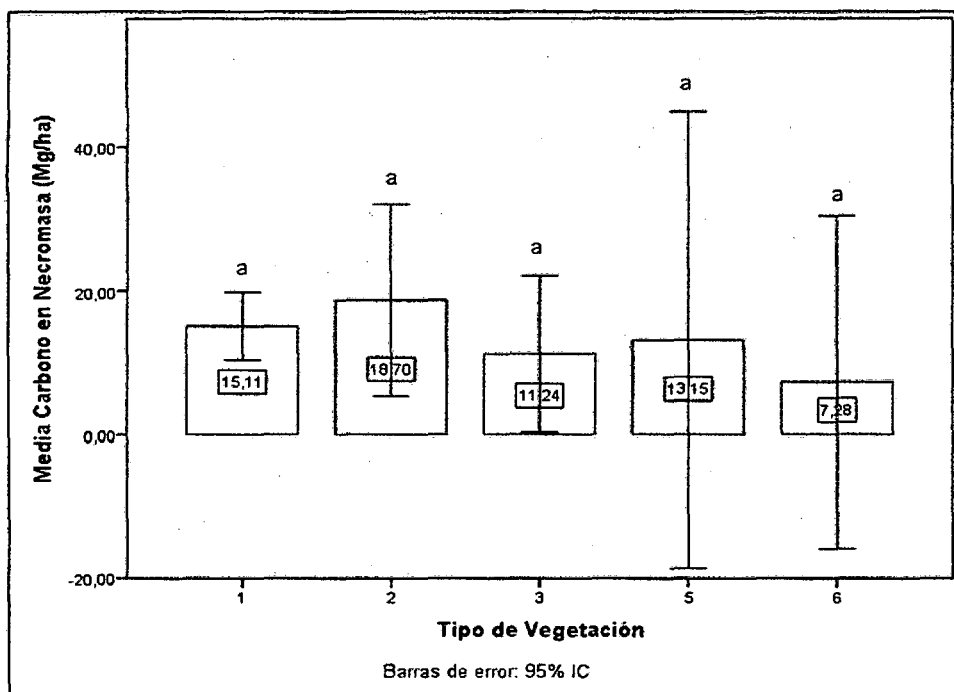
Figura 29. Consolidado de Carbono en biomasa en la vegetación mixta de la comunidad nativa Puerto Arturo.

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.6.2. Carbono total en necromasa de todas las formaciones vegetales

Para estimar el carbono total en la necromasa se realizó la suma del consolidado de carbono en 5 de las 6 las formaciones vegetales evaluadas, cabe recalcar que como se manifestó anteriormente en el tipo de vegetación (4) Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o aguajales por ser una zona inundable no se realizó la medición de la necromasa debido a que no se encontraba necromasa sobre el suelo por estar cubierto de agua, y podría arrojar resultados errados produciéndose un sesgo en la toma de datos. Se puede apreciar en la figura 30. Que el mayor contenido de carbono, se encuentra almacenado en la necromasa del tipo de formación vegetal (2), con  $18.7 \text{ MgCha}^{-1}$ , seguido del bosque semicaducifolio denso en planicie (1),

presentando en promedio un valor de  $15.11 \text{ MgCha}^{-1}$ . Estos valores son similares a las cifras reportadas por Chao et al (2009); Araujo-Murakami *et al.*, (2011), los cuales reportan un valor promedio de  $17.5 \text{ MgCha}^{-1}$ , y  $12.4\text{-}15.35 \text{ MgCha}^{-1}$ , así mismo son superiores a lo reportado por AIDER (2012) y Silva *et al.*, (2012), los cuales reportan un valor promedio de  $4.61 \text{ MgCha}^{-1}$  y  $8.1 \text{ MgCha}^{-1}$  (Figura 30).



1: Bosque Semicaducifolio denso en planicie, 2: Complejo de purmas y chacras "B", 3: Complejo de purmas y chacras "A", 5: Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas y 6: Comunidades pantanosas arbóreas.

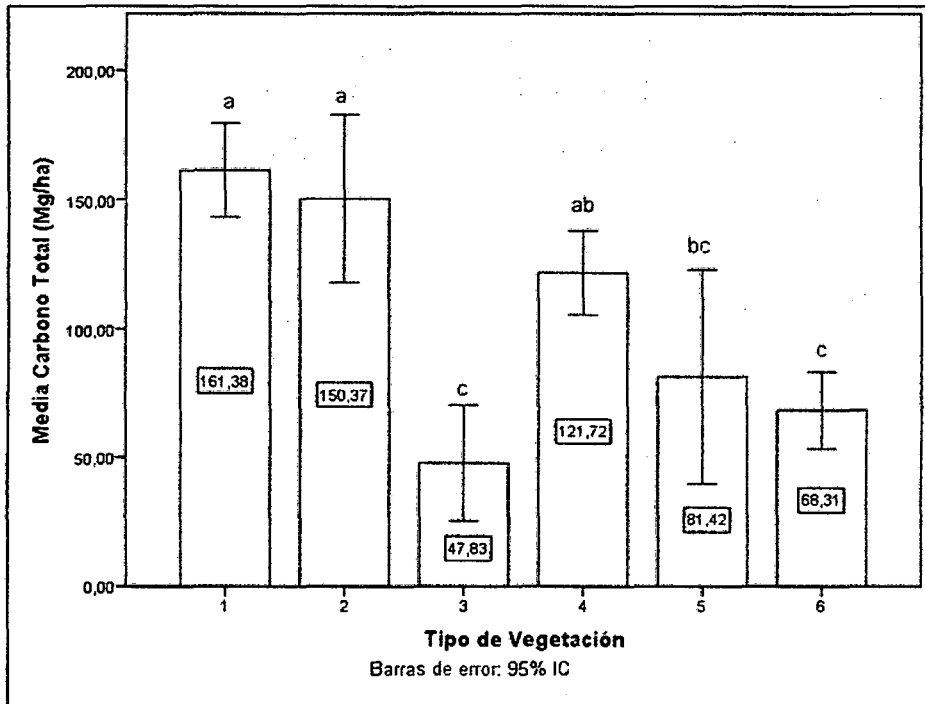
Figura 30. Consolidado final de Carbono en necromasa de la vegetación mixta de la comunidad nativa Puerto Arturo.

Fuente: Elaboración propia (2014).

### 3.1.6.3. Carbono total almacenado en las formaciones vegetales de la comunidad nativa Puerto Arturo

Se realizó la suma del consolidado de carbono que aporta la biomasa y la necromasa. En la figura 31 se puede apreciar que el mayor contenido de carbono, se encuentra almacenado en la biomasa del bosque semicaducifolio denso en planicie (1), presentando en promedio un valor de  $161.38 \text{ MgCha}^{-1}$ , seguido del tipo de formación vegetal (2), con  $150.37 \text{ MgCha}^{-1}$ . Estos valores son superiores a lo reportado por Gibbon *et al.* (2010; Citado de WWF, 2014); Asner *et al.*, (2010), los cuales reportan valores promedios de  $127 \text{ MgCha}^{-1}$  y  $35.6 (15.4) \text{ MgCha}^{-1}$ . Por otro lado estos valores son inferiores a lo reportado por AIDER (2012); Lapeyre *et al.*, (2004); Silva *et al.*, (2012); Mamani (2012); Martel & Cairampoma (2012); WINROCK (2006); IPCC (2000); Nascimento & Laurance (2002), reportando así valores promedios de  $184.6 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $485 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $167.5 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $165.63 (74.59) \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $260.79 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $173 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $270 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $199 (15) \text{ MgCha}^{-1}$ . Sin embargo se encuentran relativamente superiores al rango de carbono que reporta Anderson *et al* (2012) y Asner *et al* (2010), los cuales reportan un rango de  $100\text{-}150 \text{ MgCha}^{-1}$ , por otro lado se encuentran dentro del rango reportado por la WHRC (2012), que reporta un rango de  $150\text{-}200 \text{ MgCha}^{-1}$ . La formación vegetal que presenta menor promedio es Cpc-A, reportando así un promedio de  $47.83 \text{ MgCha}^{-1}$ , siendo este valor inferior a lo reportado por Gibbon *et al.* (2010; Citado de WWF, 2014); Silva *et al.*, (2012), y AIDER (2012), los cuales reportan valores promedios de,  $63 \text{ MgCha}^{-1}$ ;  $96.25 (22.7) \text{ MgCha}^{-1}$  y  $92.01 \text{ MgCha}^{-1}$  para el mismo y similares tipos de formación vegetal, por otro lado este valor es relativamente superior a lo reportado por Silva *et al* (2012), y AIDER (2012), los cuales reportan valores promedios de  $10.8 \text{ MgCha}^{-1}$  y  $20.05 \text{ MgCha}^{-1}$ , para purmas jóvenes.





1: Bosque Semicaducifolio denso en planicie, 2: Complejo de purmas y chacras "B", 3: Complejo de purmas y chacras "A", 4: Comunidades pantanosas de palmeras, 5: Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas y 6: Comunidades pantanosas arbóreas.

Figura 31. Carbono total en biomasa y necromasa de la vegetación mixta de la comunidad nativa Puerto Arturo.

Fuente: Elaboración propia (2014).

Las variaciones reportadas en el presente estudio, con respecto a otros autores citados, podrían atribuirse a diferentes factores como la metodología usada en el diseño y tamaño de parcelas, como en el estudio realizado por Mamani (2012), cuyo diseño y tamaño de parcelas fue diferente al usado en el presente estudio, así también otro factor son los subcomponentes considerados en los componentes de biomasa y de necromasa, así por ejemplo AIDER (2012) y Silva *et al.*, (2012), en sus valores de necromasa no consideraron el aporte por parte de ningún tipo de madera muerta, limitándose referidos estudios a solo estimar la necromasa en el subcomponente hojarasca, así mismo otro factor a considerar serían las formulas y variables usadas, ya que en el presente estudio se utilizó las formulas publicadas recientemente para la región de madre de Dios, por Goodman *et al.*, (2013)<sup>1, 2</sup>, además de que cuenta con

más variables que la ecuación alométrica usada por Chave *et al.*, (2005) que solo incluye diámetro y densidad, y que era comúnmente usada en múltiples estudios relacionados al tema.

En base a estos resultados se puede determinar que toda el área de la CCNN de Puerto Arturo (3781.5ha), posee un valor promedio de stock de carbono de 136.98  $\text{MgCha}^{-1}$ , lo que equivale a 517,972.11 MgC, distribuidas en toda el área (3781.5ha) de la comunidad.

#### **3.1.6.4. Carbono equivalente total almacenado en las formaciones vegetales de la comunidad nativa Puerto Arturo**

Se realizó la suma del consolidado de carbono equivalente. En la figura 32 se puede apreciar que en la CCNN de Puerto Arturo, el mayor contenido de carbono equivalente se encuentra en la formación vegetal de bosque semicaducifolio denso en planicie, y el menor contenido de carbono equivalente se encuentra en la formación vegetal de complejo de purma y chacras-A, obteniendo así para la CCNN de Puerto Arturo un promedio de 502.7 Mg de  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$ . Este valor es inferior a lo reportado por Mamani (2012); Nascimento & Laurance (2002) y WINROCK (2006), los cuales reportan cifras promedio de 607.30 Mg de  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$ ; 653.89 Mg de  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$  y 730.33 – 979.89  $\text{CO}_2\text{-e/ha}$ . Por otro lado son relativamente superiores a lo reportado por Arreaga (2000); Selaya (2011) y FUNDACIÓN NATURA (2009) los cuales reportan valores promedios de 186.07-384.14 Mg de  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$ ; 349.101 Mg de  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$  y 116.89-438.20 Mg de  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$ , respectivamente. Por otro lado se encuentra dentro del rango reportado por Pizurno (2010), la cual reporta un rango de 447.74-577.66 Mg de  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$ .

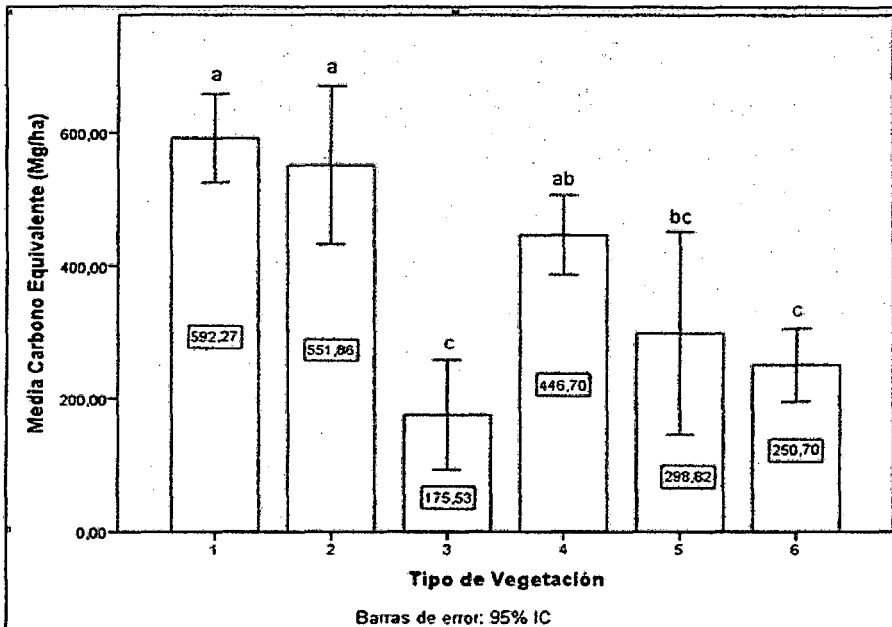


Figura 32. Carbono equivalente total en la vegetación mixta de la comunidad nativa Puerto Arturo.

Fuente: Elaboración propia, 2014.

En base a estos resultados se puede determinar que toda el área de la CCNN de Puerto Arturo (3,781.5 ha), posee un valor promedio de carbono equivalente de 502.7 Mg de CO<sub>2</sub>-eq/ha, la cantidad de carbono equivalente que se estaría evitando en emitir a la atmosfera sería de 1'900,957.63 Mg CO<sub>2</sub>-eq en toda la CCNN de Puerto Arturo.

## CONCLUSIONES

- La biomasa aérea total de la comunidad nativa de Puerto Arturo presentó un valor promedio de  $273.95 \text{ MgCha}^{-1}$ , lo que equivale a  $1'035,944.21 \text{ Mgha}^{-1}$ , presentes en un total de  $3781.5 \text{ ha}$ , biomasa que debería ser conservada e incluida en su Plan General de Manejo Forestal.
- El stock de carbono aéreo presente en los distintos tipos de formaciones vegetales, de la comunidad nativa de Puerto Arturo, presenta un valor promedio de  $136.98 \text{ MgCha}^{-1}$ , lo que equivale a  $517,972.11 \text{ MgC}$ , presentes en toda el área ( $3,781.5 \text{ ha}$ ) de la comunidad, carbono que podría ser ofertado al mercado voluntario, dichos ingresos promoverían la conservación de los bosques.
- La cantidad de carbono equivalente que se evitaría emitir a la atmósfera, de la vegetación mixta de la CCNN de Puerto Arturo, presenta un promedio de  $502.7 \text{ Mg}$  de  $\text{CO}_2\text{-eq/ha}$ , carbono equivalente que de ser conservado ayudaría en la mitigación de los impactos del cambio climático global.
- Se acepta la hipótesis alterna de la investigación que plantea que el stock de carbono aéreo en la vegetación mixta de la comunidad nativa de Puerto Arturo, Tambopata, Madre de Dios, es mayor o igual a  $125 \text{ MgCha}^{-1}$ .
- De todos los tipos de formación vegetal, el bosque semicaducifolio denso en planicie es el que mayor contenido de carbono presenta, con un total de  $324,615.87 \text{ MgC}$ , lo que representa aproximadamente el 63%, del contenido total de carbono presente en la CCNN de Puerto Arturo.
- Independientemente del tipo de formación vegetal, la madera muerta en pie es el tipo de reservorio que menor necromasa aporta.
- La clase diamétrica superior no siempre es la responsable del mayor aporte de biomasa dentro de una formación vegetal, ya que cada una de estas presenta de manera particular una naturaleza diferente.

## RECOMENDACIONES

- Actualizar las capas temáticas elaboradas en la ZEE, 2008 o realizar el proceso de microzonificación en toda la región para obtener unidades definidas a menor escala para minimizar errores en la delimitación de las unidades de vegetación, siendo estas muy importantes puesto que como se vio cada formación vegetal presenta un determinado stock de carbono siendo diferentes entre sí.
- Realizar el mismo estudio en otros tipos de Vegetación de la región Madre de Dios, a fin de complementar esta información y evaluar la variabilidad de la distribución en cantidad de biomasa, cantidad de carbono y cantidad de carbono equivalente.
- Complementar el estudio de stock o almacenamiento de carbono de la comunidad nativa Puerto Arturo, evaluando los reservorios de: Biomasa subterránea (raíces) y Suelo. Ello permitirá conocer la cantidad total de carbono que almacena dicha comunidad.
- Monitorear la dinámica del bosque en la comunidad nativa Puerto Arturo, a fin de evaluar el incremento de biomasa y por consiguiente el carbono, lo que confirmaría que el bosque se comporta como sumidero en la captura y almacenamiento de carbono, ayudando en la mitigación del cambio climático.
- Proponer este estudio como iniciativa de proyecto REDD+, para la comunidad nativa Puerto Arturo, la cual promovería la valoración, conservación y autosostenimiento del bosque mediante la compensación por el servicio de captura y almacenamiento de carbono.
- Diseñar ecuaciones alométricas a nivel de especies que se apliquen a través de variables estructurales que se puedan medir fácilmente para estimar la biomasa de una manera más precisa.

## BIBLIOGRAFÍA

- Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral (AIDER), ministerio de agricultura (MINAG), ITTO (2012). Estimación del Carbono Almacenado en La Biomasa del Bosque de La Comunidad Nativa Ese´Esja De Infierno – Madre De Dios, Perú. 49 p.
- Anderson, Liana O. (2012). Biome-Scale Forest Properties in Amazonia Based on Field and Satellite Observations. [On línea] *Journal Remote Sens.* 2012, 4, 1245-1271; doi: 10.3390/rs4051245 < <http://www.mdpi.com/journal/remotesensing>> [citado 29 de octubre 2014].
- Angelsen, A. con Brockhaus, M., Kanninen, M., Sills, E., Sunderlin, W. D. y Wertz-Kanounnikoff, S. (2010). La implementación de REDD+: estrategia nacional y opciones de política. Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Bogor, Indonesia. 390 p.
- Apps, M. J., W. A. Kurz, R. J. Luxmoore, L. O. Nilsson, R. A. Sedjo, R. Schmidt, L. G. Simpson and T. S. Vinson. (1993). Boreal forest and tundra. In: Wisniewski, J. & R. N. Sampson (eds.) *Terrestrial biosphere carbon fluxes quantification and sources of CO<sub>2</sub>*. Kluwer Academic Pub. pp. 39-53.
- Araujo Murakami, Alejandro. Inventario y monitoreo de carbono. Capítulo 4. Manual de campo para el inventario y monitoreo de la productividad de la biomasa y/o carbono en bosques tropicales. Santa Cruz, Bolivia. 28 p. [citado Septiembre de 2014]
- Araujo, A, Arroyo, L, Killeen, T y Saldias, M. (2006). Dinámica del bosque, incorporación y almacenamiento de biomasa y carbono en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado. *Bolivia*, 41(1): 24-45, 22 pg.

- Araujo, Murakami<sup>1</sup>, Alexander G. Parada, Jeremy J. Terán, Tim R. Baker, Ted R. Feldpausch, Oliver L. Phillips, Roel J.W. Brienen. (2011). Necromasa de los bosques de Madre de Dios, Perú; una comparación entre bosques de tierra firme y de bajíos. Rev.
- Arreaga, W. (2002). Almacenamiento del carbono en bosques con manejo forestal sostenible en la reserva de biosfera Maya, Peten, Guatemala. Turrialba, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica. 86 pg.
- Asner, G, Powell, G, Mascaró, J, Knapp, D, Clark, J, Jacobson, J, Bowdoin, T, Balaji, A, Paez, G, Victoria, E, Secada, L, Valqui, M y Hughes, F. (2010). High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon. Perú. 5pg.
- Asner, G. P., G. V. N. Powell, J. Mascaró, D. E. Knapp, J. K. Clark, J. Jacobson, T. Kennedy-Bowdoin, A. Balaji, G. Paez-Acosta, E. Victoria, L. Secada, M. Valqui, and R. F. Hughes. (2010). High-resolution forest carbon stocks and emissions in the Amazon. [On línea] Proceedings of the National Academy of Sciences. (2010) 107(38):16738-16742. <[www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1004875107](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1004875107)> [citado 15 de setiembre 2014]
- Asociación para La Conservación De La Cuenca Amazónica – (ACCA). (2009) Informa. Carbono y Servicios Ambientales Forestales. [Boletín].
- Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral – AIDER. Recavarren, P; Delgado, M; Sánchez, C y Angulo, M. (2011) Estimación del Carbono Almacenado en la Biomasa de los Bosques de la Reserva Nacional Tambopata y el Parque Nacional Bahuaja-Sonene - Ámbito de la región Madre de Dios. Madre de Dios, Perú. 47 p.

- Baker, T, Honorio, E, Phillips, O, Geertje, J, Garcia, V y Silva, J. (2007). Low Stocks of Coarse Woody Debris in a Southwest Amazonian Forest - *Oecologia* 152:495–504 DOI 10.1007/s00442-007-0667-5.
- Barskerville, G. L. (1972). Use of logarithmic regression in the estimation of plant biomass. *Can. J. For. Res.* 2:49–53.
- Brown, S. (1997). Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest: a Primer. FAO Forestry Paper No. 134. Rome, Italy. 55 p.
- Cairns, A. M., I. Olmsted, J. Granados, and J. Argaez. (2003). Composition and aboveground tree biomass of a dry semi-evergreen forest on Mexico's Yucatan Peninsula. *Forest Ecology and Management* 186: 125-132.
- Callo, D, Krishnamurthy, L, Alegre, J. (2002). Secuestro de carbono por sistemas agroforestales amazónicos. julio-diciembre. año/vol. 8.número 002. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 101-106.
- Carneiro, Sanquetta, Da Silva, Dalla, Biomassa e Carbono em Euterpe oleracea Mart., na Ilha do Marajó – PA. *Rev. Floresta e Ambiente* (2012). Jul. - Set.; 19(3):336-343 pág. 336 – 343.
- Castellanos, J., J.M. Maass and J. Kummerow. (1991). Root biomass of a dry deciduous tropical forest in Mexico. *Plant and Soil.* 131:225-228.
- Chambi, P. (2001). Valoración Económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la Zona boscosa del Rio Inambari y Madre de Dios.
- Chapin, F. S., H. A. Mooney, M. C. Chapin y P. Matson. (2002). Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology. Springer. Estados Unidos de Norteamérica. 456 p.
- Chave, J; Andalo, C; Brown, S; Cairns, M; Chambers, J; Eamus, D; Folster, H; Fromard, F; Higuchi, N; Kira, T; Lescure, J; Nelson, B; Ogawa, H; Puig, H; Riera,



by Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. [On-línea] Journal Oecologia (2005) 145: 87–99 DOI 10.1007/s00442-005-0100-x. <<http://dx.doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x>> [citado 22 de agosto 2014 ]

- Chavez, A. (2010). La importancia del monitoreo del cambio del uso de la cobertura de la tierra. 2010. Revista Amazonia Viva, abril-mayo, número 01, Consorcio Madre de Dios – Pando. IICA, USAID. Madre de Dios, Perú. pp 18-20.
- Chenost, C; Gardette, y; Demenois, J; Grondard, N; Perrier, M Y Wemaëre, M. Los mercados de carbono forestal. 2009. 176 p.
- Clark, B. D., and D. A. Clark. (2000). Landscape-scale variation in forest structure and biomass in a tropical rain forest. Forest Ecology and Management 137: 185-198.
- Colter B., E., R. E. Will, G. A. Barron-Gafford, R. O. Teskey and B. Shiver. (2003). Biomass partitioning and growth efficiency of intensively managed *Pinus taeda* and *Pinus elliottii* stands of different planting densities. For.Sci. 49(2):224–234.
- Concha, J, Alegre, J y Pocomucha, V. (2007). Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de sistemas agroforestales de *theobroma cacao* l. San Martín, Perú. Ecol. apl. Vol. 6 N° 1 y 2, pp. 75-82 8 pg.
- Cruzado b, I. A y Flores N, C. F. (2010). Protocolo para la determinación de carbono en el suelo y en la biomasa vegetal aérea de los bosques de la concesión para conservación Alto Huayabamba: Versión 1.0. Asociación Amazónicas por la Amazonía (AMPA). Moyobamba, Perú. 55 p. [En línea] <[www.ampaperu.com/Info/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=36&Itemid=62](http://www.ampaperu.com/Info/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=36&Itemid=62)> [citado 11 de octubre 2014].
- Derecho Ambiente y Recursos Naturales (DAR), (2009) Sistematización y Mapeo De Actores en Los Procesos de Deforestación en los Ejes lirsa Norte y Sur del Perú, 43. P.

- Delaney M., S. Brown, A.E. Lugo, A. et al. (1998). The quantity and turnover of dead wood in permanent forest plots in six life zones of Venezuela. *Biotropica* 30: 2-11.
- Dixon, R.K., S. Brown, R.A. Houghton, A.M. Solomon, M.C. Trexler, and J. Wisniewski. (1994). Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *science* 263:185–190.
- Dourojeanni, M; Barandiarán, A y Dourojeanni, D. (2009). Amazonía Peruana en 2021. Explotación de recursos naturales e infraestructuras. ¿Qué está pasando?, ¿Qué es lo que significan para el futuro? 1ra edición 2009. 160 p.
- Figueroa, C. (2010). Almacenamiento de carbono en bosques manejados de *Pinus patula* en el Ejido La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo. Montecillo, Texcoco, edo. de México. 82 pg.
- Fondo Nacional del Ambiente – Perú (FONAM). (2011). Oportunidades de Mercado de Carbono en Perú 2011. Mecanismos de Desarrollo Limpio, Mercados Voluntarios y REDD. Lima, Perú. 2 p. [En línea] < <http://www.fonamperu.org> > [citado 20 de octubre 2014].
- Fournier, R.A., J.E. Luther, L. Guindon, M.C. Lambert, D. Piercey, R.J. Hall and M.A. Wulder. (2003). Mapping aboveground tree biomass at the stand level from inventory information: test cases in Newfoundland and Quebec. *Can. J. For. Res.* 33:1846–1863.
- Fragoso, P. (2003). Estimación del contenido y captura de carbono en biomasa aérea del predio “Cerro Grande” municipio de Tancítaro Michoacán. Mexico. 77 pg.
- Freitas, L, Otárola, E, del Castillo, D, Linares, C, Martínez, P y Malca, G. (2006) Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del

ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria, Loreto – Perú. IIAP. Documento Técnico N° 29. 2da edición corregida y aumentada. 65 p.

- Fundación Natura. Ponce R, Edwin F. (2009). Inventario forestal y de materia orgánica como línea base para la estimación de la cantidad de carbono fijado en la Cordillera del Cóndor. Macas, Morona Santiago, Ecuador. 61p. [citado 19 de enero 2014].
- Fundación Solar. (2000). Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso del suelo. L. Márquez, A. Roy y E. Castellanos. (eds). Fundación Solar. Guatemala, Guatemala. 36 p.
- Garcidueñas M., A. R. (1987). Producción de biomasa y acumulación de nutrientes en un rodal de *Pinus montezumae* Lamb. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 243 p.
- Gobierno Regional de Madre de Dios – (GOREMAD), Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP). Reátegui, Francisco y Martínez Dávila, Percy. (2008). Zonificación Ecológica y Económica del departamento de Madre de Dios. Forestal. Madre de Dios, Perú. 55 p.
- Goodman, R; Phillips, O and Baker, T. (2014). The importance of crown dimensions to improve tropical tree biomass estimates. *Ecological Applications* 24:680–698. <http://dx.doi.org/10.1890/13-0070.1>.
- Goodman, R; Phillips, O; Baker, T; Del Castillo, D, Freitas, L; Tapia, S y Monteagudo, A. (2013). Amazon palm biomass and allometry. *Forest Ecology and Management* 310 – 2013 -994–1004
- Hajek, F; Ventresca, M.J; Scriven, J y Castro, A. (2011). Regime-building for REDD+: Evidence from a cluster of local initiatives in south-eastern Peru. [On

[línea] Journal Environmental science & policy 14 (2011) 201 – 215 <<http://www.elsevier.com/locate/envsci>> [citado 25 de junio 2014].

- Higuchi, N, Chambers, J, Dos Santos, J, Ribeiro, R, Martins, A, Pereira, R, Miranda, R y Siza, E. (2004). Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da amazônia central. Brasil. Floresta 34 (3), Set/Dez 2004, 295-304. 10 p.
- Honorio C, E. N y Baker, T.R. (2010). Manual para el Monitoreo del Ciclo del Carbono en Bosques Amazónicos. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP)/ Universidad de Leeds (UL)/ Red Amazónica de Inventarios Forestales (RAINFOR). Lima, Perú. 54 p.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). (2003). Plan Maestro de la Reserva Nacional Tambopata 2004 – 2008. ANP. Puerto Maldonado – Perú. 181 p.
- Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC). (2000). Summary for policymakers. A special report of Working Group III. Ginebra, Sw.
- Jaramillo, V. (2004). El ciclo global del carbono. *En*: J. Martínez y A. Fernández (Compiladores) Cambio Climático: una Visión desde México. INE, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). pp. 77-84. México.
- Lapeyre, Tatiana, Alegre, Julio y Arévalo, Luis. (2004). Determinación de las Reservas de Carbono de la Biomasa Aérea, en diferentes Sistemas de Uso de la Tierra en San Martín, Perú. [en línea] Revista Redalyc, Ecología Aplicada, 3(1,2), <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio>> [citado 14 de abril 2014 ]
- Larrea Aguinaga, Giuliana Cecilia. (2007). Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de combinaciones agroforestales de Theobroma

- cacao L. Tesis (Ingeniería Ambiental). Lima, Perú. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias, Departamento de Ingeniería Ambiental. 147 p.
- Lujan Cárdenas, W. J y Chavez Arcos, Y. (2006). Capacidad de captura de carbono en un ecosistema de Bosque Húmedo Tropical Pampa Hermosa, Huasahuasi, Tarma, Junín, Perú. 8 p. [En línea] <<http://www.darwinnet.org/index.php>> [citado 19 de mayo 2014].
  - Malhi, Y., and J. Grace. (2000). Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Tree* 15: 332-337.
  - Malhi, Y., D. D. Baldocchi and P. G. Jarvis. (1999). The Carbon Balance of Tropical, Temperate and Boreal Forests. *Plant, Cell and Environment* 56:715-740.
  - Malhi, Y; Wood, D; Baker, T; Wright, J; Phillips, O; Cochrane, O; Meir, P; Chave, J; Almeida, S; Arroyo, L; Higuchi, N; Killeen, T; Laurance, S; Laurance, W; Lewis, S; Monteagudo, A; Neill, D; Nunez, P; Pitman, N; Quesada, C; Salomao, R; Natal Ino, J; Torres, A; Terborgh, J; Vasquez, R y Vinceti, B. (2006). The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. [disponible en ] *Journal Global Change Biology* 2006 12, 1107–1138, doi: 10.1111/j.1365-2486.2006.01120. [citado 19 de octubre 2014].
  - Mamani J. (2012). Stock De Carbono Aéreo en un Bosque con Paca de Terrazas Altas de la Concesion de Conservacion “Gallocunca”, Sector Baltimore, Distrito Tambopata, Madre de Dios – Perú (Tesis) 166. p.
  - Manrique, S; Franco, J; Núñez, V y Seghezzo, L. (2009). Stock de Biomasa y Carbono en una zona del Chaco Occidental en el Municipio Coronel Moldes, La Viña, Salta. Instituto Nacional en Energías No Convencionales (INENCO); Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. . 10 p.

- Martel, C y Cairampoma, L. (2012). Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en el Centro de Investigación y Capacitación Río Los Amigos (CICRA), Madre de Dios. Perú. Ecol. apl. Vol. 11 No2, pp. 59-65. 7 pg.
- Masera O. (2002). Bosques y cambio climático en América Latina. Análisis y perspectivas. En: La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe. E. Leff, E. Ezcurra, I. Pisanty y P. Romero L. (Eds). SEMARNAT, Instituto de Ecología, Universidad Autónoma Metropolitana, Organización de las Naciones Unidas (ONU). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. pp 211 – 235.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT. Ortega, S; García, A; Ruíz, C; Sabogal, J y Vargas, J. (2010). Deforestación Evitada. Una Guía REDD + Colombia. Bogotá, Colombia. 72 p.
- Ministerio del Ambiente (MINAM) y Ministerio de Agricultura (MINAG). (2011). El Perú de los bosques. 1Edic, Lima, Perú. 73 p. [En línea] <<http://www.minam.gob.pe/>> [citado 17 de agosto 2013].
- Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE). (2011). REDD+ en Ecuador. una oportunidad para mitigar el cambio climático y contribuir a la gestión sostenible de los bosques. Quito, Ecuador. 110 p.
- Olivia, m. y F. Garcia - Oliva. (1998). Un nuevo campo de acción en la química biológica: Parte I. Generalidades sobre el cambio global. Educación Química. Universidad Nacional de México (UNAM).
- Ordones, A. (1999). Estimación de la Captura de Carbono en un estudio de caso. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México DF.

- Ordóñez J. A., B. H. J. De Jong y O. Maser. (2001). Almacenamiento de carbono en un bosque de *Pinus pseudostrobus* en San Juan Nuevo Michoacán. *Madera y Bosques* 7(2):27-47.
- Organización de las Naciones Unidas para La Agricultura y la Alimentación – (FAO). (2010). Evaluación de los recursos forestales mundiales, Informe principal - Estudio FAO: Montes 163. Viale delle Terme di Caracalla, Italia, Roma. 381 p.
- Ortega., P., S.C., A. García-Guerrero, C-A. Ruíz, J. Sabogal. & J.D. Vargas (eds.) (2010). Deforestación Evitada. Una Guía REDD + Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial; Conservación Internacional Colombia; Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF); The Nature Conservancy; Corporación Ecoversa; Fundación Natura; Agencia de Cooperación Americana (USAID); Patrimonio Natural - Fondo para la Biodiversidad y Áreas Protegidas y Fondo para la Acción Ambiental. Bogotá. 72p.
- Palomino, D. (2007). Estimación del servicio ambiental de captura del CO<sub>2</sub> en la flora de Los Humedales de Puerto Viejo. Tesis de Posgrado (Maestría en Ciencias Ambientales con mención en Control de la Contaminación y Ordenamiento Ambiental), Lima, Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera Metalúrgica y Geográfica. 154 p.
- Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). Eggleston, H.S; Buendia, L; Miwa, K; Ngara, T y Tanabe, K. (2006). Programa de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero del IPCC. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4. Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra. Publicado por: IGES, Japón. 628 p.

- Parresol, B.R. (1999). Assessing tree and stand biomass: A review with examples and critical comparisons. *For. Sci.* 45:573–593.
- Pérez, M y Díaz, J. (2010). estimación del carbono contenido en la biomasa forestal aérea de dos bosques andinos en los departamentos de Santander y Cundinamarca. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá; Colombia. 87 pg.
- Pizzurno, M. (2010). Estimación preliminar del stock de carbono en diferentes tipos de bosques en el parque nacional Caazapá. Paraguay. 87 pg.
- Post, W.M., T.H. Peng, W.R. Emanuel, A.W. King, V.H. Dale, and D.L. De Angelis. (1990). The global carbon cycle. *Am. Sci.* 78:310–326.
- Puc, R. (2014). Acumulación de biomasa y carbono aéreo en bosques tropicales secundarios del sur de quintana roo, México. 130 pg.
- Quinto Y Moreno, (2011). Dinámica de la Biomasa Aérea en un Bosque Pluvial Tropical del Chocó Biogeográfico. *Rev.Fac.Nal.Agr.Medellín* 64(1): 5917-5936. 2011 pag. 5917-5936.
- Quinto, Harley. (2010). Dinámica de la biomasa aérea en bosques primarios de Colombia y su relación con la precipitación y la altitud. Tesis de Posgrado (Maestría en Bosques y Conservación Ambiental). Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Enero 2014. 41 p.
- Quinto, M.H.; Moreno, H.F. Dinámica de la biomasa aérea arbórea en un bosque pluvial tropical del Chocó biogeográfico. (Tesis de Maestría), (2010). Universidad Nacional de Colombia, Sede-Medellín. 75 p. [acceso: 12 de febrero, 2014]. Disponible de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2100/1/12020854.2010.pdf>.



- Rüginitz, M. T; Chacón, M y Porro, R. (2009). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) / Consorcio Iniciativa Amazónica (IA). 1Edic, Lima, Perú. 79 p.
- Rüginitz, M; Peleias, E; Borges, B; Garen, E; Pinto, E; Sawyer, D; Shiki, S; Unterstell, N y Vonada, R. (2011). Aprendiendo sobre Pagos por Servicios Ambientales. Fundamentos para la elaboración de proyectos de carbono forestal. Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) / Forest Trends. 61 p.
- Saatchi, S; Harris, N; Brown, S; Lefsky, M; Mitchard, E; Salas, W; Zutta, B; Buermann, W; Lewis, S; Hagen, S; Petrova, S; White, L; Silman, M y Morel, A. (2011). Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. [On línea] Journal PNAS Early Edition < <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1019576108>> [citado 14 de octubre 2014].
- Sandoval, K. (2010). Potencial de captura de carbono en suelos de ladera en la subcuenca del río Piricua en Tuxpan, Michoacán. México. 5 pg.
- Schimel, D.S. (1995). Terrestrial ecosystems and the carbon cycle. *Global Change Biology*1:77-91.
- Schroeder, P., S. Brown, J. Mo, R. Birdsey, and C. Cieszewski. (1997). Biomass estimation for temperate broadleaf forests of the United States. Using inventory data. *For. Sci.* 43(3):424–434.
- Stuart, M. D. and Moura Costa, P. (1998). Climate Change Mitigation by Forestry: a Review of International Initiatives. Policy that works for forests and people series no. 8 Discussion paper. International Institute for Environment and Development, London. 81 p.

- Ureta, M. (2009). Diferencias Altitudinales de Contenido de Carbono y Biomasa Arbórea en el Parque Nacional Yanachaga Chemillén, Pasco-Perú. Tesis (Biólogo-Microbiólogo). Tacna, Perú. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Facultad de Ciencias, Escuela Académico Profesional de Biología-Microbiología. 152 p.
- Vallenás, J & Parrillo, V. (2006) Determinación del secuestro de carbono de Shihuahuaco, Quinilla y Estoraque en predios agrícolas en Tahuamanu. Tesis (Ingeniería Forestal). Madre de Dios, Perú. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Facultad de Ciencias Forestales y Medio Ambiente. 78 p.
- Van Lear, D. H., J. B. Waide and M. J. Teuke. (1984). Biomass and nutrient content of a 41 – year – old loblolly pine (*Pinus taeda* L.) plantation on a por site in South Carolina. *For. Sci.* 30(2):395–404.
- Walker, S, Pearson, T, Harris, N, Macdicken, K Y Brown, K. (2007) Procedimientos Operativos Estándar para la Medición de Carbono Terrestre. 50 p.
- Winrock International (WI). (2006). Carbón Storage in the Los Amigos Conservation Concession, Madre de Dios, Perú. 31p. [Online] < <http://www.winrock.org/ecosystems/publications.asp?BU=9086>> [citado 10 de octubre 2014]
- Woods Hole Research Center (WHRC). (2012). Carbon storage in tropical vegetation: New map to help developing nations track deforestation, report on emissions. [On línea] *Journal PHYSORG* < <http://www.physorg.com/news/2012-01-carbon-storage-tropical-vegetation-nations.html>.> [citado 25 de junio 2014].
- Yepes, A; Duque, A; Navarrete, D; Phillips, J; Cabrera, E; Corrales, A; Álvarez, E; Galindo, G; García, M; Idárraga, A Y Vargas, D. (2011). Estimación de las reservas y pérdidas de carbono por deforestación en los bosques del

departamento de Antioquia, Colombia. [En línea] Revista Actual Biol 33 (95): 193-208, 2011 <<http://www.agro.unalmed.edu.co/cagraria/>> [citado 21 de abril 2014].

- Yquise, A, Pocomucha, V y Vargas, Y. (2008). Carbono almacenado en diferentes sistemas de uso de la tierra del distrito de José Crespo y Castillo, Huánuco, Perú. 49 pg.
- Zacune, J. (2008). Amigos de la Tierra Internacional. Los bosques en un clima cambiante. ¿Impedirá el cambio climático que los bosques cumplan con su papel de reguladores del clima mundial Edic. 115. Ámsterdam, Holanda. 24 p.
- Zanne, A, Lopez, G, Coomes, D, Ilic, J, Jansen, S, Lewis, S, Miller, R, Swenson, N, Wiemann, M, y Chave, J. (2009). Global wood density database.

## ANEXOS

### ANEXO I. FORMATOS DE CAMPO

1.1. Hoja de datos de campo de inventarios de biomasa y madera muerta en pie por cada sub parcela

HOJA DE DATOS PARA MEDICION DE BIOMASA Y MUESTREO EN CAMPO POR EL METODO WINROCK INTERNACIONAL												
NÚMERO DE PARCELA: _____ COORDENADAS: N: _____ E: _____ MOVIDO: SI NO												
TIPO DE VEGETACION:												
Bosque semi caducifolio densos en planicies	Complejo de chacras y purmas	Sí	No	Comunidades pantanosas arbóreas renacales y palmeras	Comunidades pantanosas de palmeras	Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas						
FECHA: ___/___/___ DATOS REGISTRADOS POR: _____ FOTOS: N° _____ # DE PERSONAS EN CUADRILLA: _____												
OBSERVACIONES: _____ MEDICION DE ARBOLES Y MADERA MUERTA EN PIE CLASE 1 Y 2												
PARA LA PARCELA DE 7 X 7m SOLO SE MIDE ARBOLES DE 5 – 19.9 cm de DAP / O DE 15.7 - 62.5 CM DE CAP												
N° Parcela	ARBOLES VIVOS Tamaño: 7x7m			SOLO PARA MADERA MUERTA CLASE 2			PARA TOMAR CON CLINOMETRO Y WINCHA TODOS ARBOLES Y PALMERAS					OBSERVACIONES
N°	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	D.BASAL (cm)	DIAMETRO SUPERIOR (CM)	CLASE DE DENSIDAD (S, I, P)	DISTANCIA (m)	% ALT STIPIPE (PALMERA)	% ALT. FUSTE	% ALTURA TOTAL ARB Y PALM	%BASE	

Fuente. Modificado de Walker *et al.*, 2007; AIDER, 2013.

1.2. Hoja de datos de campo de inventarios de brinzales, hojarasca y madera muerta en pie por cada sub parcela

**HOJA DE DATOS PARA MEDICION DE HOJARASCA Y MADERA MUERTA CAÍDA EN CAMPO POR EL METODO WINROCK INTERNACIONAL**

NÚMERO DE PARCELA: \_\_\_\_\_ COORDENADAS: N: \_\_\_\_\_ E: \_\_\_\_\_ MOVIDO: SI NO

TIPO DE VEGETACION:

Bosque semicaducifolio densos en planicies	Complejo de chacras y purmas	Si	No	Comunidades pantanosas arbóreas renacales y palmeras	Comunidades pantanosas de palmeras	Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas
--	------------------------------	----	----	--	------------------------------------	--

FECHA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ DATOS REGISTRADOS POR: \_\_\_\_\_ FOTOS: N° \_\_\_\_\_ # DE PERSONAS EN CUADRILLA: \_\_\_\_\_

**MEDICION DE HOJARASCA Y MADERA MUERTA CAIDA**

LAS DENSIDADES PARA MADERA MUERA SON: SOLIDA (S), INTERMEDIA (I), PODRIDA (P)

MEDICION DE MADERA MUERTA CAIDA (ARBOLES DE MAS DE 5 CM DE DIAMETRO O 15. 7 CM DE CIRCUNSFERENCIA)		
DIAMETRO (CM)	CLASE DE DENSIDAD (S, I, P)	DIAMETRO DE HUECO

PARA EL MUESTREO DE LOS 4 PUNTOS DE HOJARASCA Y EL MUESTREO DESTRUCTIVO DE BRINZALES			
	NUMERO DE MUESTRA	PESO HUMEDO TOTAL (g)	PESO HUMEDO SUB MUESTRA(g)
BRINZALES (DESTRUCTIVO) 3X3m			
HOJARASCA			

Fuente: Walker *et al.*, 2007.

1.3. Hoja de datos de campo de inventarios de madera muerta caída.

HOJA DE DATOS PARA MEDICION DE MADERA MUERTA CAIDA EN CAMPO  
POR EL METODO WINROCK INTERNACIONAL

NÚMERO DE PARCELA: \_\_\_\_\_ COORDENADAS: N: \_\_\_\_\_ E: \_\_\_\_\_

MOVIDO: SI NO

FECHA: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_ DATOS REGISTRADOS POR: \_\_\_\_\_

DEBE TOMARSE COMO MINIMO 10 MUESTRAS POR CLASE DE DENSIDAD

OBS: -----

Nº DE PARCELA EN Q SE COLECTO	Nº FOTO	NUMERO DE MUESTRA	CLASE DE DENSIDAD DE MADERA: S, I, P	L1 (CM)	L2 (CM)	D1 (CM)	D2(CM)

Fuente. Walker *et al.*, 2007.

L1: Longitud de lado uno de la línea

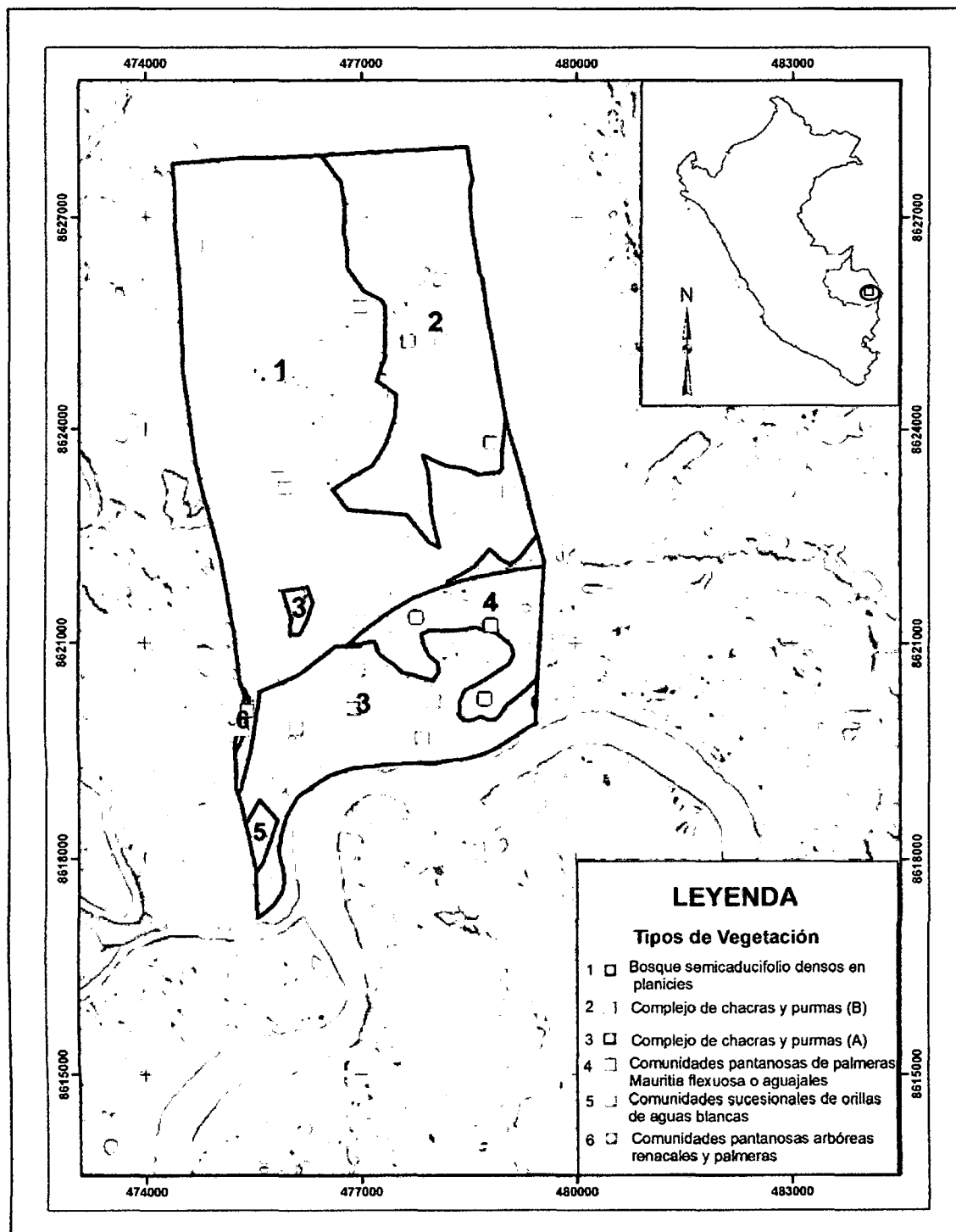
L2: Longitud de lado dos de la línea

D1: Diámetro uno de la pieza de madera en una cara.

D2: Diámetro dos de la pieza de madera en la otra cara.

## ANEXO II. MAPAS Y PLANOS

### 2.1. Imagen satelital de distribución de parcelas en la comunidad nativa Puerto Arturo



Fuente: Elaboración propia, (2014).

### ANEXO III. CUADROS

Cuadro 14. Coordenadas de parcelas de muestreo según los tipos de vegetación.

N°	Código de parcelas	Este	Norte	Tipo de vegetación	Código de estrato
1	P4	477292	8624477	Bosque semicaduifolio densos en planicies	1
2	P6	475604	8624965	Bosque semicaduifolio densos en planicies	1
3	P7	476518	8623950	Bosque semicaduifolio densos en planicies	1
4	P8	475837	8623481	Bosque semicaduifolio densos en planicies	1
5	P9	475938	8623171	Bosque semicaduifolio densos en planicies	1
6	P10	476987	8625724	Bosque semicaduifolio densos en planicies	1
7	P13	479223	8623205	Bosque semicaduifolio densos en planicies	1
8	P14	476089	8626706	Bosque semicaduifolio densos en planicies	1
9	P15	477076	8621218	Bosque semicaduifolio densos en planicies	1
10	P25	474886	8626597	Bosque semicaduifolio densos en planicies	1
11	P2	478114	8625261	Complejo de chacras y purmas "B"	2
12	P3	478112	8626116	Complejo de chacras y purmas "B"	2
13	P5	477665	8625227	Complejo de chacras y purmas "B"	2
14	P26	477771	8622928	Complejo de chacras y purmas "B"	2
15	P31	478815	8623799	Complejo de chacras y purmas "B"	2
16	P19	476972	8620622	Complejo de chacras y purmas "A"	3
17	P20	476911	8620079	Complejo de chacras y purmas "A"	3
18	P27	478023	8620183	Complejo de chacras y purmas "A"	3
19	P33	477863	8619663	Complejo de chacras y purmas "A"	3
20	P18	476104	8619806	Complejo de chacras y purmas "A"	3
21	P17	477774	8621337	Comunidades pantanosas aguajales	4
22	P32	478738	8620213	Comunidades pantanosas aguajales	4
23	P30	478764	8621162	Comunidades pantanosas aguajales	4
24	P23	475657	8618537	Comunidades sucesionales a orillas de aguas blancas	5
25	P24	475614	8618222	Comunidades sucesionales a orillas de aguas blancas	5
26	P22	475336	8619776	Comunidades pantanosas arbóreas rencales	6
27	P21	475423	8620047	Comunidades pantanosas arbóreas rencales	6

Fuente: Elaboración propia, (2014).



Cuadro 15. Biomasa por sub parcelas de muestreo en la formación vegetal Bosque Semicaducifolio denso en planicies (Bsd-p).

Código de Parcela	Sub-parcelas (Mg/ha)				Total
	< 5 cm Dap (3x3m)	5 - < 20 cm Dap (7x7m)	20- 50 cm Dap (25x25m)	>50 cm Dap (35x35m)	
4	7.19	62.88	72.26	185.13	327.45
6	2.56	43.72	155.76	19.09	221.14
7	4.68	37.31	124.82	187.12	353.93
8	6.34	39.77	108.27	97.05	251.42
9	3.70	40.34	104.10	101.35	249.50
10	1.85	46.44	82.80	161.03	292.12
13	0.87	69.81	127.34	82.37	280.40
14	0.65	47.02	147.13	129.60	324.41
15	3.27	61.37	120.10	56.54	241.28
25	0.11	67.99	74.00	241.65	383.74
<b>Mínimo</b>	0.11	37.31	72.26	19.09	221.14
<b>Máximo</b>	7.19	69.81	155.76	241.65	383.74
<b>Promedio</b>	3.12	51.67	111.66	126.09	292.54
<b>Desv. Estándar</b>	2.40	12.49	28.99	67.86	53.48
<b>CV</b>	76.88	24.17	25.97	53.82	18.28
<b>Error relativo</b>	54.99	17.29	18.57	38.50	13.08
<b>Error estándar</b>	0.76	3.95	9.17	21.46	16.91
<b>Lim. Confianza</b>	5.43	28.24	65.58	153.51	120.96

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 16. Necromasa por tipo de reservorio y por parcelas de muestreo en la formación vegetal Bosque Semicaducifolio denso en planicies (Bsd-p)

Código de Parcela	Tipo de reservorio (Mg/ha)			Total
	Hojarasca	Madera muerta caída	Madera muerta en pie	
4	33.44	22.32	0.00	55.76
6	18.48	99.96	0.02	118.46
7	35.20	17.40	0.00	52.60
8	39.60	34.68	0.00	74.28
9	32.56	6.64	0.06	39.26
10	28.16	63.90	0.00	92.06
13	26.40	20.82	0.00	47.22
14	29.04	14.20	0.02	43.26
15	28.16	12.88	0.00	41.04
25	33.44	7.20	0.00	40.64
<b>Mínimo</b>	0.11	37.31	72.26	39.26
<b>Máximo</b>	7.19	69.81	155.76	118.46
<b>Promedio</b>	30.45	30.00	0.01	60.46
<b>Desv. Estándar</b>	5.78	29.77	0.02	26.52
<b>CV</b>	18.99	99.23	194.37	43.86
<b>Error relativo</b>	13.58	70.98	139.03	31.37
<b>Error estándar</b>	1.83	9.41	0.01	8.39
<b>Lim. Confianza</b>	13.08	67.34	0.04	59.98

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 17. Biomasa por sub parcelas de muestreo en la formación vegetal Complejo de purmas y chacras B (Cpc-B).

Código de Parcela	Sub-parcelas (Mg/ha)				Total
	< 5 cm Dap (3x3m)	5 - < 20 cm Dap (7x7m)	20- 50 cm Dap (25x25m)	>50 cm Dap (35x35m)	
2	5.61	77.92	49.35	105.46	238.34
3	4.00	104.68	107.79	100.53	316.99
5	7.06	71.02	116.13	68.12	262.32
26	3.22	36.32	64.22	147.75	251.52
31	0.89	38.29	154.61	53.74	247.53
<b>Mínimo</b>	0.89	36.32	49.35	53.74	238.34
<b>Máximo</b>	7.06	104.68	154.61	147.75	316.99
<b>Promedio</b>	4.16	65.65	98.42	95.12	263.34
<b>Desv. Estándar</b>	2.35	28.77	42.24	36.56	31.20
<b>CV</b>	56.56	43.83	42.92	38.44	11.85
<b>Error relativo</b>	70.21	54.41	53.28	47.72	14.71
<b>Error estándar</b>	1.05	12.87	18.89	16.35	13.95
<b>Lim. Confianza</b>	6.52	79.87	117.26	101.50	86.62

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 18. Necromasa por tipo de reservorio y por parcelas de muestreo en la formación vegetal Complejo de purmas y chacras B (Cpc-B).

Código de Parcela	Tipo de reservorio (Mg/ha)			Total
	Hojarasca	Madera muerta caída	Madera muerta en pie	
2	22.08	3.88	0.00	25.96
3	22.08	117.76	0.00	139.84
5	39.56	49.12	0.00	88.68
26	31.28	37.98	0.04	69.30
31	32.20	18.24	0.00	50.44
<b>Mínimo</b>	22.08	3.88	0.00	25.96
<b>Máximo</b>	39.56	117.76	0.04	139.84
<b>Promedio</b>	29.44	45.40	0.01	74.84
<b>Desv. Estándar</b>	7.45	44.06	0.02	43.10
<b>CV</b>	25.29	97.07	223.61	57.59
<b>Error relativo</b>	31.40	120.50	277.60	71.50
<b>Error estándar</b>	3.33	19.71	0.01	19.28
<b>Lim. Confianza</b>	20.67	122.32	0.05	119.66

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 19. Biomasa por sub parcelas de muestreo en la formación vegetal Complejo de purmas y chacras A (Cpc-A)

Código de Parcela	Sub-parcelas (Mg/ha)				Total
	< 5 cm Dap (3x3m)	5 - < 20 cm Dap (7x7m)	20- 50 cm Dap (25x25m)	>50 cm Dap (35x35m)	
18	3.38	13.11	43.59	0.00	60.07
19	9.15	52.03	8.51	0.00	69.68
20	1.42	37.20	19.26	0.00	57.88
27	1.09	24.12	27.77	52.21	105.18
33	5.34	27.88	39.86	0.00	73.07
<b>Mínimo</b>	1.09	13.11	8.51	0.00	57.88
<b>Máximo</b>	9.15	52.03	43.59	52.21	105.18
<b>Promedio</b>	4.07	30.87	27.80	10.44	73.18
<b>Desv. Estándar</b>	3.31	14.65	14.49	23.35	18.99
<b>CV</b>	81.25	47.45	52.13	223.61	25.95
<b>Error relativo</b>	100.86	58.91	64.72	277.60	32.22
<b>Error estándar</b>	1.48	6.55	6.48	10.44	8.49
<b>Lim. Confianza</b>	9.18	40.66	40.23	64.81	52.72

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 20. Necromasa por tipo de reservorio y por parcelas de muestreo en la formación vegetal Complejo de purmas y chacras A (Cpc-A).

Código de Parcela	Tipo de reservorio (Mg/ha)			Total
	Hojarasca	Madera muerta caída	Madera muerta en pie	
18	18.48	0.00	0.00	18.48
19	33.60	0.00	0.00	33.60
20	33.44	0.00	0.00	33.44
27	37.80	68.74	0.00	106.54
33	29.06	3.64	0.00	32.70
<b>Mínimo</b>	18.48	0.00	0.00	32.7
<b>Máximo</b>	37.80	68.74	0.00	106.54
<b>Promedio</b>	30.48	14.48	0.00	44.95
<b>Desv. Estándar</b>	7.38	30.38	0.00	35.02
<b>CV</b>	24.23	209.83		77.90
<b>Error relativo</b>	30.08	260.50		96.71
<b>Error estándar</b>	3.30	13.58		15.66
<b>Lim. Confianza</b>	20.50	84.32		97.21

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 21. Biomasa por sub parcelas de muestreo en la formación vegetal Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o aguajales (Cpal-M).

Código de Parcela	Sub-parcelas (Mg/ha)			Total
	< 5 cm Dap (3x3m)	5 - < 20 cm Dap (7x7m)	20- 50 cm Dap (25x25m)	
16	45.70	157.37	42.11	245.18
30	0.00	229.51	0.00	229.51
32	12.00	243.34	0.00	255.34
<b>Mínimo</b>	0.00	157.37	0.00	229.51
<b>Máximo</b>	45.70	243.34	42.11	255.34
<b>Promedio</b>	19.23	210.07	14.04	243.34
<b>Desv. Estándar</b>	21.60	46.17	21.06	12.68
<b>CV</b>	112.32	21.98	150.00	5.21
<b>Error relativo</b>	279.05	54.60	372.65	12.94
<b>Error estándar</b>	12.47	26.65	12.16	7.32
<b>Lim. Confianza</b>	92.96	198.66	90.60	54.54

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 22. Biomasa por sub parcelas de muestreo en la formación vegetal Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas (Cs-Ab).

Código de Parcela	Sub-parcelas (Mg/ha)				Total
	< 5 cm Dap (3x3m)	5 - < 20 cm Dap (7x7m)	20- 50 cm Dap (25x25m)	>50 cm Dap (35x35m)	
23	2.85	16.22	54.49	61.44	134.99
24	5.22	37.49	30.44	65.54	138.69
<b>Mínimo</b>	2.85	16.22	30.44	61.44	134.99
<b>Máximo</b>	5.22	37.49	54.49	65.54	138.69
<b>Promedio</b>	4.03	26.85	42.46	63.49	136.84
<b>Desv. Estándar</b>	1.68	15.04	17.00	2.90	2.61
<b>CV</b>	41.65	56.01	40.04	4.56	1.91
<b>Error relativo</b>	374.19	503.22	359.74	40.99	17.16
<b>Error estándar</b>	1.19	10.63	12.02	2.05	1.85
<b>Lim. Confianza</b>	21.35	191.09	216.04	36.81	33.21

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 23. Necromasa por tipo de reservorio y por parcelas de muestreo en la formación vegetal Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas (Cs-Ab)

Código de Parcela	Tipo de reservorio (Mg/ha)			Total
	Hojarasca	Madera muerta caída	Madera muerta en pie	
23	20.00	22.58	0.00	42.58
24	23.20	38.30	0.00	61.50
<b>Mínimo</b>	20.00	22.58	0.00	42.58
<b>Máximo</b>	23.20	38.30	0.00	61.50
<b>Promedio</b>	21.60	30.44	0.00	52.04
<b>Desv. Estándar</b>	2.26	11.12	*****	13.38
<b>CV</b>	10.48	36.52	*****	25.71
<b>Error relativo</b>	94.12	328.09	*****	230.97
<b>Error estándar</b>	1.60	7.86	*****	9.46
<b>Lim. Confianza</b>	28.75	141.24	*****	169.99

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 24. Biomasa por sub parcelas de muestreo en la formación vegetal Comunidades pantanosas arbóreas (renacales y palmerales) (Cp-ar).

Código de Parcela	Sub-parcelas (Mg/ha)				Total
	< 5 cm Dap (3x3m)	5 - < 20 cm Dap (7x7m)	20- 50 cm Dap (25x25m)	>50 cm Dap (35x35m)	
21	0.54	0.00	122.82	0.00	123.36
22	0.98	67.46	52.35	0.00	120.78
<b>Mínimo</b>	0.54	0.00	52.35	0.00	120.78
<b>Máximo</b>	0.98	67.46	122.82	0.00	123.36
<b>Promedio</b>	0.76	33.73	87.58	0.00	122.07
<b>Desv. Estándar</b>	0.31	47.70	49.83	*****	1.82
<b>CV</b>	41.06	141.42	56.90	*****	1.49
<b>Error relativo</b>	368.88	1270.60	511.18	*****	13.39
<b>Error estándar</b>	0.22	33.73	35.24	*****	1.29
<b>Lim. Confianza</b>	3.95	606.08	633.15	*****	23.12

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 25. Necromasa por tipo de reservorio y por parcelas de muestreo en la formación vegetal Comunidades pantanosas arbóreas (renacales y palmerales) (Cp-ar).

Código de Parcela	Tipo de reservorio (Mg/ha)			Total
	Hojarasca	Madera muerta caída	Madera muerta en pie	
21	21.84	0.00	0.02	21.86
22	22.68	13.70	0.00	36.38
<b>Mínimo</b>	21.84	0.00	0.00	21.86
<b>Máximo</b>	22.68	13.70	0.02	36.38
<b>Promedio</b>	22.26	6.85	0.01	29.12
<b>Desv. Estándar</b>	0.59	9.69	0.01	10.27
<b>CV</b>	2.67	141.42	141.42	35.26
<b>Error relativo</b>	23.97	1270.60	1270.60	316.78
<b>Error estándar</b>	0.42	6.85	0.01	7.26
<b>Lim. Confianza</b>	7.55	123.09	0.18	130.45

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 26. Biomasa, necromasa, stock de carbono y carbono equivalente, número de individuos, número de especies y área basal por parcelas de muestreo en la formación vegetal Bosque Semicaducifolio denso en planicies (Bsd-p).

Cód. Parcela	Biomasa (Mg/ha)	Necromasa (Mg/ha)	Stock de Carbono aéreo en biomasa (Mg/ha)	Stock de Carbono en necromasa (Mg/ha)	Carbono equivalente en biomasa (Mg/ha)	Carbono equivalente en necromasa (Mg/ha)	# Individuos	# Especies	Área basal (m2)
7	363.64	26.31	181.82	13.16	667.28	48.28	22.00	21.00	2.82
8	281.47	37.14	140.73	18.57	516.49	68.15	15.00	14.00	1.50
9	246.47	19.60	123.23	9.80	452.26	35.97	13.00	10.00	2.68
6	245.40	59.22	122.70	29.61	450.31	108.67	23.00	15.00	2.19
10	285.45	46.03	142.73	23.02	523.80	84.47	18.00	16.00	2.08
14	340.26	21.62	170.13	10.81	624.38	39.67	27.00	19.00	2.97
15	223.63	20.52	111.82	10.26	410.37	37.65	16.00	11.00	1.76
4	304.92	27.88	152.46	13.94	559.52	51.16	16.00	8.00	2.16
25	377.12	20.32	188.56	10.16	692.02	37.29	15.00	13.00	2.36
13	257.02	23.61	128.51	11.81	471.64	43.32	24.00	19.00	2.28
<b>Mínimo</b>	223.63	19.60	111.82	9.80	410.37	35.97	13.00	8.00	1.50
<b>Máximo</b>	377.12	59.22	188.56	29.61	692.02	108.67	27.00	21.00	2.97
<b>Promedio</b>	292.54	30.23	146.27	15.11	536.81	55.46	19.08	14.58	2.28
<b>Desv. Estándar</b>	52.88	13.26	26.44	6.63	97.04	24.33	4.72	4.25	0.46
<b>CV</b>	18.08	43.87	18.08	43.87	18.08	43.87	24.76	29.13	20.03
<b>Error relativo</b>	12.93	31.38	12.93	31.38	12.93	31.38	17.71	20.84	14.33
<b>Error estándar</b>	16.72	4.19	8.36	2.10	30.69	7.69	1.49	1.34	0.14
<b>Lim. Confianza</b>	119.62	29.99	59.81	15.00	219.50	55.03	10.69	9.61	1.03

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 27. Biomasa, necromasa, stock de carbono y carbono equivalente, número de individuos, número de especies y área basal por parcelas de muestreo en la formación vegetal Complejo de purmas y chacras B (Cpc-B).

Cód. Parcela	Biomasa (Mg/ha)	Necromasa (Mg/ha)	Stock de Carbono aéreo en biomasa (Mg/ha)	Stock de Carbono en necromasa (Mg/ha)	Carbono equivalente en biomasa (Mg/ha)	Carbono equivalente en necromasa (Mg/ha)	# Individuos	# Especies	Área basal (m <sup>2</sup> )
2	238.34	13.00	119.17	6.50	437.35	23.86	20.00	15.00	1.49
3	316.99	69.90	158.50	34.95	581.68	128.27	20.00	20.00	1.89
5	262.32	44.30	131.16	22.15	481.37	81.29	17.00	15.00	2.01
26	251.52	34.60	125.76	17.30	461.54	63.49	15.00	8.00	1.61
31	247.53	25.20	123.77	12.60	454.22	46.24	16.00	14.00	1.76
<b>Mínimo</b>	238.34	13.00	119.17	6.50	437.35	23.86	15.00	8.00	1.49
<b>Máximo</b>	316.99	69.90	158.50	34.95	581.68	128.27	20.00	20.00	2.01
<b>Promedio</b>	263.34	37.40	131.67	18.70	483.23	68.63	17.60	14.40	1.75
<b>Desv. Estándar</b>	31.20	21.54	15.60	10.77	57.26	39.53	2.30	4.28	0.21
<b>CV</b>	11.85	57.59	11.85	57.59	11.85	57.59	13.08	29.71	11.92
<b>Error relativo</b>	14.71	71.50	14.71	71.50	14.71	71.50	16.24	36.88	14.79
<b>Error estándar</b>	13.95	9.63	6.98	4.82	25.61	17.68	1.03	1.91	0.09
<b>Lim. Confianza</b>	86.62	59.80	43.31	29.90	158.95	109.72	6.39	11.88	0.58

Fuente: Elaboración propia, (2014).



Cuadro 28. Biomasa, necromasa, stock de carbono y carbono equivalente, número de individuos, número de especies y área basal por parcelas de muestreo en la formación vegetal Complejo de purmas y chacras A (Cpc-A).

Cód. Parcela	Biomasa (Mg/ha)	Necromasa (Mg/ha)	Stock de Carbono aéreo en biomasa (Mg/ha)	Stock de Carbono en necromasa (Mg/ha)	Carbono equivalente en biomasa (Mg/ha)	Carbono equivalente en necromasa (Mg/ha)	# Individuos	# Especies	Área basal (m <sup>2</sup> )
19	69.68	16.80	34.84	8.40	127.87	30.83	10.00	5.00	0.20
20	57.88	16.70	28.94	8.35	106.20	30.64	11.00	9.00	0.28
27	105.18	53.30	52.59	26.65	193.01	97.81	14.00	13.00	1.08
33	73.07	16.40	36.53	8.20	134.08	30.09	17.00	8.00	0.82
18	60.07	9.20	30.04	4.60	110.23	16.88	13.00	6.00	0.70
<b>Mínimo</b>	57.88	9.20	28.94	4.60	106.20	16.88	10.00	5.00	0.20
<b>Máximo</b>	105.18	53.30	52.59	26.65	193.01	97.81	17.00	13.00	1.08
<b>Promedio</b>	73.18	22.48	36.59	11.24	134.28	41.25	13.14	8.43	0.62
<b>Desv. Estándar</b>	18.99	17.53	9.50	8.76	34.85	32.16	2.74	3.11	0.37
<b>CV</b>	25.95	77.97	25.95	77.97	25.95	77.97	20.84	36.95	60.29
<b>Error relativo</b>	32.22	96.80	32.22	96.80	32.22	96.80	25.87	45.87	74.85
<b>Error estándar</b>	8.49	7.84	4.25	3.92	15.58	14.38	1.22	1.39	0.17
<b>Lim. Confianza</b>	52.72	48.66	26.36	24.33	96.74	89.28	7.60	8.65	1.03

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 32. Calculo de densidad de madera sólida según muestreo en campo.

<b>Sólido</b>				
<b>n°</b>	<b>Código</b>	<b>masa (g)</b>	<b>volumen (cm³)</b>	<b>densidad(g/cm³)</b>
1	S-01	79.20	171	0.463
2	S-02	83.96	130	0.646
3	S-03	207.00	309	0.670
4	S-04	58.62	73	0.803
5	S-05	83.35	109	0.765
6	S-06	96.59	126	0.767
7	S-07	81.84	176	0.465
8	S-08	82.23	162	0.508
9	S-09	95.26	127	0.750
10	S-10	80.30	132	0.608
<b>DENSIDAD PROMEDIO</b>				<b>0.644</b>

Fuente: Elaboración propia (2014).

Cuadro 33. Calculo de densidad de madera Intermedia según muestreo en campo.

<b>Intermedio</b>				
<b>n°</b>	<b>Código</b>	<b>masa (g)</b>	<b>volumen (cm³)</b>	<b>densidad(g/cm³)</b>
1	IM-01	58.24	119	0.489
2	IM-02	67.90	141	0.482
3	IM-03	58.30	114	0.511
4	IM-04	19.24	120	0.160
5	IM-05	59.82	252	0.237
6	IM-06	85.05	189	0.450
7	IM-07	86.34	195	0.443
8	IM-08	61.53	255	0.241
9	IM-09	65.36	139	0.470
10	IM-10	68.78	153	0.450
<b>DENSIDAD PROMEDIO</b>				<b>0.393</b>

Fuente: Elaboración propia (2014).

Cuadro 34. Calculo de densidad de madera Podrida según muestreo en campo.

Podrido				
n°	Código	masa (g)	volumen (cm³)	densidad(g/cm³)
1	P-01	104.29	327	0.319
2	P-02	43.47	207	0.210
3	P-03	16.50	104	0.159
4	P-04	19.65	71	0.277
5	P-05	22.84	78	0.293
6	P-06	33.44	116	0.288
7	P-07	27.91	130	0.215
8	P-08	85.35	305	0.280
9	P-09	35.36	130	0.272
10	P-10	47.89	195	0.246
<b>DENSIDAD PROMEDIO</b>				<b>0.256</b>

Fuente: Elaboración propia (2014).

Cuadro 35. Calculo de la masa seca de hojarasca según muestreo en campo.

Tipo de vegetación	N°	Cód. Parcela	P. Inicial (g)	P. Final (g)	% Humedad	Relación ps/ph
(Bsd-p)	1	P04	75.61	28.18	168.31	0.37
(Bsd-p)	2	P09	101.69	46.98	116.45	0.46
(Bsd-p)	3	P08	70.62	31.79	122.15	0.45
(Bsd-p)	4	P14	86.94	41.56	109.19	0.48
(Bsd-p)	5	P25	85.91	39.24	118.93	0.46
Promedio			84.15	37.55	127.01	0.44
(Cpc -B)	1	P03	86.51	41.83	106.81	0.48
(Cpc -B)	2	P05	79.37	33.97	133.65	0.43
(Cpc -B)	3	P31	88.67	41.89	111.67	0.47
Promedio			84.85	39.23	117.38	0.46
(Cpc -A)	1	P20	117.21	46.14	154.03	0.39
(Cpc -A)	2	P19	92.59	42.86	116.03	0.46
(Cpc -A)	3	P27	115.06	47.92	140.11	0.42
Promedio			108.29	45.64	136.72	0.42
(Cs-Ab)	1	P23	69.19	26.79	158.27	0.39
(Cs-Ab)	2	P24	91.78	38.74	136.91	0.42
Promedio			80.49	32.77	147.59	0.40
(Cp-ar)	1	P22	75.79	29.69	155.27	0.39
(Cp-ar)	2	P21	89.53	39.92	124.27	0.45
Promedio			82.66	34.81	139.77	0.42
<b>PROMEDIO TOTAL</b>			<b>88.09</b>	<b>38.00</b>	<b>133.69</b>	<b>0.43</b>

Fuente: Elaboración propia (2014).

Cuadro 36. Calculo de la masa seca de brinzales según muestreo en campo.

SECADO DE MUESTRAS BRINZALES						
Tipo de vegetación	N°	Cód. Parcela	P. Inicial (g)	P. Final (g)	% Humedad	Relación ps/ph
(Bsd-p)	1	P04	45.42	21.77	108.64	0.48
(Bsd-p)	2	P09	50.23	22.71	121.18	0.45
(Bsd-p)	3	P08	65.78	32.89	100.00	0.50
(Bsd-p)	4	P14	65.91	36.03	82.93	0.55
(Bsd-p)	5	P25	95.57	45.90	108.21	0.48
Promedio			64.58	31.86	104.19	0.49
(Cpc -B)	1	P03	95.42	47.30	101.73	0.50
(Cpc -B)	2	P05	73.78	38.71	90.60	0.52
(Cpc -B)	3	P31	83.09	39.89	108.30	0.48
Promedio			84.10	41.97	100.21	0.50
(Cpc -A)	1	P20	85.75	47.47	80.64	0.55
(Cpc -A)	2	P19	105.67	42.76	147.12	0.40
(Cpc -A)	3	P27	75.67	37.81	100.13	0.50
Promedio			89.03	42.68	109.30	0.49
(Cs-Ab)	1	P23	61.83	28.40	117.71	0.46
(Cs-Ab)	2	P24	101.83	48.40	110.39	0.48
Promedio			81.83	38.40	114.05	0.47
(Cp-ar)	1	P22	117.03	49.79	135.05	0.43
(Cp-ar)	2	P21	97.67	43.79	123.04	0.45
Promedio			107.35	46.79	129.04	0.44
<b>PROMEDIO TOTAL</b>			<b>85.38</b>	<b>40.34</b>	<b>111.36</b>	<b>0.48</b>

Fuente: Elaboración propia (2014).

Cuadro 37. Registro del muestreo destructivo de brinzales y parcelas de recorte de hojarasca.

Peso húmedo (g)				
n°	Tipo de vegetación	Cód. Parcela	Brinzales	Hojarasca
1	(Bsd-p)	P04	13,200	1,900
2	(Bsd-p)	P06	4,700	1,050
3	(Bsd-p)	P07	8,600	2,000
4	(Bsd-p)	P08	21,650	2,250
5	(Bsd-p)	P09	6,800	1,850
6	(Bsd-p)	P10	3,400	1,600
7	(Bsd-p)	P13	1,600	1,500
8	(Bsd-p)	P14	1,200	1,650
9	(Bsd-p)	P15	6,000	1,600
10	(Bsd-p)	P25	200	1,900
11	(Cpc -B)	P02	10,100	1,200
12	(Cpc -B)	P03	7,200	1,200
13	(Cpc -B)	P05	12,700	2,450
14	(Cpc -B)	P26	5,800	1,700
15	(Cpc -B)	P31	1,600	1,750
16	(Cpc -A)	P18	6,200	1,100
17	(Cpc -A)	P19	16,800	2,000
18	(Cpc -A)	P20	2,600	1,990
19	(Cpc -A)	P27	2,000	2,650
20	(Cpc -A)	P33	9,800	1,730
21	(Cs-Ab)	P23	5,450	1,250
22	(Cs-Ab)	P24	10,000	1,400
23	(Cp-ar)	P21	650	1,300
24	(Cp-ar)	P22	20,000	1,350

Fuente: Elaboración propia (2014).

Cuadro 38. Especies inventariadas en la formación vegetal Bosque Semicaducifolio denso en planicies (Bsd-p).

N°	PARCELA	COD VEGET	SUB PARCELA	COD	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DAP	ALTURA	carbono (Mg/árbol)
1	7	1	7x7	1	ANNONACEAE	<i>Oxandra xilopioides</i>	Spintana	8.3	15	0.023
2		1	7x7	2	APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Quillobordon	8.3	7	0.012
3		1	7x7	3	MYRISTICACEAE	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Cumala blanca	7.6	8	0.005
4		1	7x7	4	SABIACEAE	<i>Meliosma herbertii</i>	Cacao bobo	17.8	18	0.075
5		1	7x7	5	FABACEAE	<i>Macrolobium acaciifolium</i> (Benth.) Benth.	Pashaquilla	10.8	17	0.041
6		1	25x25	1	SABIACEAE	<i>Meliosma herbertii</i>	Cacao bobo	25.1	20	0.166
7		1	25x25	2	NYCTAGINACEAE	<i>Neea</i> sp	Palo corcho	30.2	22	0.376
8		1	25x25	3	BURSERACEAE	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	Isigo	50.0	24	1.186
9		1	25x25	4	SAPOTACEAE	<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre	Quinilla blanca	34.4	23	0.487
10		1	25x25	5	OCHNACEAE	<i>Ouratea iquitosensis</i> J.F. Macbr.	Coloradillo	26.7	24	0.350
11		1	25x25	6	VIOLACEAE	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	Huevo de motelo	28.0	17	0.215
12		1	25x25	7	CHRYSOBALANACEAE	<i>Licania</i> sp		29.6	26	0.539
13		1	25x25	8	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pona	25.5	20	0.117
14		1	25x25	9	LAURACEAE	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez.	Itahuba	25.8	19	0.266
15		1	25x25	10	NYCTAGINACEAE	<i>Neea</i> sp	Palo corcho	24.8	17	0.199
16		1	35x35	1	BURSERACEAE	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	Isigo	51.9	26	1.377
17		1	35x35	2	FABACEAE	<i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly	Inca pacae	61.4	27	1.463
18		1	35x35	3	BURSERACEAE	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	Isigo	67.0	30	2.731
19		1	35x35	4	MORACEAE	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Panguana	50.9	32	1.038
20		1	35x35	5	LAURACEAE	<i>Ocotea</i> sp	Moena negra	77.0	27	2.144
21		1	35x35	6	MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro colorado	54.0	28	0.899

22		1	35x35	7	SALICACEAE	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler.	Guacamayo caspi	57.6	33	1.812	
23	8	1	7x7	1	SIPARUNACEAE	<i>Siparuna cuspidata</i> (Tul.) A. DC.	Isula caspi	7.6	12	0.013	
24		1	7x7	2	SIPARUNACEAE	<i>Siparuna decipiens</i> (Tul.) A. DC. Det. S. McDaniel (IBE)	Palo de agua	12.4	12	0.033	
25		1	7x7	3	BURSERACEAE	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	Isigo	18.8	16	0.118	
26		1	7x7	4	RUBIACEAE	<i>Faramea</i> sp	Chaleta	6.7	9	0.007	
27		1	25x25	1	LECYTHIDACEAE	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) Mori	Olla de mono	26.4	9	0.168	
28		1	25x25	2	SAPOTACEAE	<i>Chromolocuma</i> sp	Caimito	41.4	26	0.907	
29		1	25x25	3	SAPOTACEAE	<i>Micropholis egensis</i> (A. DC.) Pierre	Quinilla blanca	22.0	16	0.124	
30		1	25x25	4	SAPOTACEAE	<i>Micropholis melinoniana</i> Pierre	Quinilla blanca	26.7	17	0.166	
31		1	25x25	5	MORACEAE	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C. C. Berg	Leche Leche	30.2	20	0.331	
32		1	25x25	6	SAPOTACEAE	<i>Micropholis melinoniana</i> Pierre	Quinilla blanca	25.1	16	0.139	
33		1	25x25	7	MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	Sangre de toro	45.8	28	0.961	
34		1	25x25	8	MORACEAE	<i>Naucleopsis ulei</i> (Warb.) Ducke	Palo panguana	29.3	18	0.287	
35		1	25x25	9	SAPOTACEAE	<i>Micropholis guyanensis</i> (A. DC.) Pierre	Quinilla blanca	29.6	19	0.302	
36		1	35x35	1	SAPOTACEAE	<i>Pouteria</i> sp.	Caimito	59.5	39	3.000	
37		1	35x35	2	LAURACEAE	<i>Ocotea bofo</i> Kunth	Moena negra	77.0	38	2.947	
38		9	1	7X7	1	MYRTACEAE	<i>Eugenia biflora</i>	Guayabilla	7.3	9	0.012
39			1	7X7	2	MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	Sangre de toro	9.2	14	0.020
40	1		7X7	3	ARECACEAE	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Huasai	13.7	16	0.054	
41	1		7X7	4	MONIMIACEAE	<i>Mollinedia killipii</i> J.F. Macbr.		6.0	8	0.006	
42	1		25X25	1	BURSERACEAE	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	Isigo	30.6	17	0.320	
43	1		25X25	2	BURSERACEAE	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	Isigo	49.0	22	1.052	
44	1		25X25	3	LAURACEAE	<i>Beilschmiedia tovaensis</i> (Meissner) SA. Nishida	Palta moena	23.2	18	0.142	
45	1		25X25	4	MORACEAE	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Palo peruano	26.7	22	0.382	
46	1		25X25	5	BURSERACEAE	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	Isigo	31.2	26	0.495	

47		1	25X25	7	LAURACEAE	<i>Beilschmiedia tovarensis (Meissner) SA. Nishida</i>	Palo peruano	29.3	18	0.226
48		1	25X25	8	URTICACEAE	<i>Pourouma minor Benoist</i>	Uvilla	49.3	25	0.636
49		1	35x35	1	ANACARDIACEAE	<i>Astronium graveolens Jacq</i>	Jovillo	70	15	1.945
50		1	35x35	2	COMBRETACEAE	<i>Terminalia amazonia (J.F. Gmel.) Exell</i>	Guayabillo	75	42	4.265
51	6	1	7x7	1	CHRYSOBALANACEAE	<i>Hirtella racemosa Lam.</i>	Coloradillo	8.0	7	0.012
52		1	7X7	2	LAURACEAE	<i>Nectandra pulverulenta Nees</i>	Laurel	12.4	9	0.023
53		1	7x7	3	BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don</i>	Achihua	14.3	12	0.020
54		1	7x7	4	CHRYSOBALANACEAE	<i>Hirtella racemosa Lam.</i>	Coloradillo	11.8	5	0.019
55		1	7x7	5	MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera laevis Markgr.</i>	Cumala colorado	19.1	12	0.074
56		1	7x7	6	APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma parvifolium A. DC.</i>	Quillabordon	9.5	9	0.019
57		1	25X25	1	LAURACEAE	<i>Nectandra pulverulenta Nees</i>	Laurel	23.9	13	0.119
58		1	25X25	2	LAURACEAE	<i>Endlicheria formosa A.C. Sm.</i>	Moena	41.1	24	0.399
59		1	25X25	3	ELAEOCARPACEAE	<i>Sloanea guianensis (Aubl.) Benth.</i>	Loanea	35.7	22	0.672
60		1	25X25	4	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	38.2	22	0.285
61		1	25X25	6	BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don</i>	Achihua	28.6	15	0.099
62		1	25X25	7	BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don</i>	Achihua	32.8	17	0.146
63		1	25X25	8	MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera juruensis Warb.</i>	Cumala	25.5	16	0.180
64		1	25X25	9	BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don</i>	Achihua	27.1	17	0.099
65		1	25X25	10	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	43.9	22	0.377
66		1	25X25	11	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	39.5	24	0.330
67	1	25X25	12	MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera laevis Markgr.</i>	Cumala colorado	31.2	20	0.320	
68	1	25X25	13	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	41.1	18	0.273	
69	1	25X25	14	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	48.4	23	0.477	
70	1	25X25	15	OCHNACEAE	<i>Ouratea iquitosensis J.F. Macbr.</i>	Yacu moena	41.1	22	0.758	
71	1	25X25	16	LAURACEAE	<i>Ocotea guianensis</i>	Moena	35.0	20	0.332	



72		1	35X35	1	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico colorado	61.4	27	0.610
73		1	35X35	2	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico colorado	58.9	26	0.560
74	10	1	7x7	1	RUBIACEAE	<i>Ixora Peruviana</i>	Canilla de vieja	7.6	4	0.007
75		1	7x7	2	MELIACEAE	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Requia	19.4	11	0.075
76		1	7x7	3	MALVACEAE	<i>Quararibea malacocalyx</i> A. Robyns & S. Nilsson	Sapotillo	6.7	5	0.003
77		1	7x7	4	MONIMIACEAE	<i>Mollinedia killipii</i> J.F. Macbr.	Aceitunilla	8.9	8	0.012
78		1	25X25	1	OCHNACEAE	<i>Ouratea iquitosensis</i> J.F. Macbr.	Yacu moena	25.8	16	0.221
79		1	25X25	2	FABACEAE	<i>Pterocarpus amazonum</i> C. Martius ex Benth.	Palisangre	27.7	19	0.190
80		1	25X25	3	MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	Cumala colorado	32.1	16	0.277
81		1	25X25	4	ANNONACEAE	<i>Onychopetalum</i> sp.	Envira caju	22.6	23	0.198
82		1	25X25	5	MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	Cumala colorado	22.6	15	0.128
83		1	25X25	6	EBENACEAE	<i>Diospyros</i> sp.	Nogalillo	24.8	14	0.147
84		1	25X25	7	EBENACEAE	<i>Diospyros</i> sp.	Nogalillo	20.1	15	0.102
85		1	25X25	8	MYRISTICACEAE	<i>Virola sebifera</i> Aubl.	Cumala de hoja marron	24.5	16	0.108
86		1	25X25	9	MORACEAE	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Palo peruano	47.7	22	1.218
87		1	35X35	1	MORACEAE	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	Tamamuri	50.0	23	1.026
88		1	35X35	2	FABACEAE	<i>Inga</i> sp.	Shimbillo	51.6	25	1.002
89		1	35X35	3	MORACEAE	<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Pires & T.D. Penn.	Caimitillo	53.2	23	1.479
90		1	35X35	4	MORACEAE	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Mashonaste rojo	78.0	38	3.447
91		1	35X35	5	SAPOTACEAE	<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) A. Chev.	Quinilla colorada	66.8	25	2.913
92	14	1	7x7	1	EUPHORBIACEAE	<i>Pausandra trianae</i> (Müell. Arg.) Baill.	Oreja de burro	8.9	8	0.010
93		1	7X7	2	EUPHORBIACEAE	<i>Pausandra trianae</i> (Müell. Arg.) Baill.	Oreja de burro	6.0	6	0.004
94		1	7x7	3	EUPHORBIACEAE	<i>Pausandra trianae</i> (Müell. Arg.) Baill.	Oreja de burro	5.1	5	0.002

95		1	7x7	4	SIPARUNACEAE	<i>Siparuna decipiens</i> (Tul.)A.DC. Det.S. McDaniel (IBE)	Palo Agua	8.3	7	0.009
96		1	7x7	5	URTICACEAE	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Sacha uvilla	18.1	16	0.042
97		1	7x7	6	ANNONACEAE	<i>Guatteria</i> sp.	Carahuasca	7.0	9	0.006
98		1	7x7	7	EUPHORBIACEAE	<i>Pausandra trianae</i> (Müell. Arg.) Baill.	Oreja de burro	5.1	4	0.002
99		1	7x7	8	MELIACEAE	<i>Guarea gomma</i> Pulle	Requia trompillo	8.0	7	0.008
100		1	7x7	9	EUPHORBIACEAE	<i>Pausandra trianae</i> (Müell. Arg.) Baill.	Oreja de burro	16.9	14	0.063
101		1	7x7	10	EUPHORBIACEAE	<i>Pausandra trianae</i> (Müell. Arg.) Baill.	Oreja de burro	5.7	7	0.004
102		1	7x7	11	ARECACEAE	<i>Oenocarpus mapora</i> H. Karst.	Sinami	8.9	13	0.003
103		1	25X25	1	MORACEAE	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	Mashonaste blanco	42.7	23	0.486
104		1	25X25	2	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pona	24.8	23	0.127
105		1	25X25	3	FABACEAE	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Pashaco	45.0	23	0.357
106		1	25X25	4	SAPOTACEAE	<i>Manilkara bidentata</i> (A. DC.) A. Chev.	Quinilla colorada	37.2	19	0.696
107		1	25X25	5	MALVACEAE	<i>Quararibea wittii</i> K. Schum. & Ulbr.	Sapotillo	20.7	16	0.079
108		1	25X25	6	VOCHYSIACEAE	<i>Erismia uncinatum</i>	Catuaba	21.0	17	0.100
109		1	25X25	7	APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma parvifolium</i> A. DC.	Quillabordon	27.1	19	0.315
110		1	25X25	8	VOCHYSIACEAE	<i>Erismia uncinatum</i>	Catuaba	34.7	17	0.275
111		1	25X25	9	SAPOTACEAE	<i>Pouteria</i> sp.	Caimitillo	26.4	16	0.257
112		1	25X25	10	NYCTAGINACEAE	<i>Neea spruceana</i> Heimerl.	Palometa huayo	25.0	17	0.200
113		1	25X25	11	MALVACEAE	<i>Quararibea wittii</i> K. Schum. & Ulbr.	Sapotillo	21.3	17	0.088
114		1	25X25	12	SAPOTACEAE	<i>Pouteria</i> sp.	Caimitillo	28.6	22	0.407
115		1	35X35	1	BURSERACEAE	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	Isigo	54.7	27	1.583
116		1	35X35	2	FABACEAE	<i>Erythrina poeppigiana</i>	Pisonay	65.3	30	0.814
117		1	35X35	3	MALVACEAE	<i>Chorisia integrifolia</i>	Lupuna pansona	125	45	3.982
118		1	35X35	4	MORACEAE	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Palo peruano	50.9	25	1.562
119	15	1	7X7	1	MORACEAE	<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul	Pama	8.6	8	0.011
120		1	7X7	2	MORACEAE	<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul	Pama	11.8	16	0.040

121		1	7X7	3	SIPARUNACEAE	<i>Siparuna decipiens</i> (Tul.)A.DC. Det.S. McDaniel (IBE)	Palo Agua	5.7	6	0.004
122		1	7X7	4	MORACEAE	<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul	Pama	11.1	9	0.021
123		1	7X7	5	MONIMIACEAE	<i>Mollinedia killipii</i> J.F. Macbr.	Aceitunilla	7.0	6	0.006
124		1	7X7	6	MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	Cumala colorado	11.1	12	0.025
125		1	25X25	1	MORACEAE	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	Yambito	30.2	17	0.267
126		1	25X25	2	MORACEAE	<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	Yambito	46.5	20	0.736
127		1	25X25	3	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pona	26.1	14	0.087
128		1	25X25	4	MORACEAE	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Palo panguana	39.5	22	0.439
129		1	25X25	5	CANNABACEAE	<i>Celtis schippii</i> Standl.	Fariña caspi	45.0	22	0.734
130		1	25X25	6	MORACEAE	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Palo panguana	44.2	23	0.575
131		1	25X25	7	MORACEAE	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Palo peruano	43.3	20	0.915
132		1	35X35	1	MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Panguana	70	26	1.717
133		1	35X35	2	FABACEAE	<i>Inga</i> sp.	Shimbillo	55	24	1.098
134		1	35X35	3	MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Requia de bajo	52.5	17	0.649
135	4	1	7x7	1	ARECACEAE	<i>Oenocarpus mapora</i> H. Karst.	Sinami	7.3	7	0.003
136		1	7x7	2	ARECACEAE	<i>Oenocarpus mapora</i> H. Karst.	Sinami	7.3	7	0.003
137		1	7x7	3	ARECACEAE	<i>Oenocarpus mapora</i> H. Karst.	Sinami	8.0	9	0.003
138		1	7x7	4	ARECACEAE	<i>Oenocarpus mapora</i> H. Karst.	Sinami	9.5	14	0.003
139		1	7x7	5	ARECACEAE	<i>Oenocarpus mapora</i> H. Karst.	Sinami	7.6	12	0.003
140		1	7x7	6	ARECACEAE	<i>Oenocarpus mapora</i> H. Karst.	Sinami	7.3	11	0.003
141		1	25X25	1	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico colorado	37.6	18	0.226
142		1	25X25	2	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico colorado	41.7	19	0.279
143		1	25X25	3	FABACEAE	<i>Inga edulis</i> Mart.	Shimbillo	47.1	18	0.630
144		1	25X25	4	MALVACEAE	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex. Benth	Peine de mono	27.1	14	0.070
145		1	25X25	5	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico colorado	30.2	18	0.147
146		1	25X25	6	FABACEAE	<i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly	Inca pacay	22.3	17	0.124

147		1	25X25	7	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico colorado	34.1	17	0.186
148		1	35X35	1	RUTACEA	<i>Zanthoxylum</i> sp.		50.9	34	1.393
149		1	35X35	2	LECYTHIDACEAE	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Castaña	111.7	43	8.970
150		1	35X35	3	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico colorado	57.9	19	0.542
151	25	1	7X7	1	MELIACEAE	<i>Trichilia quadrijuga</i> Kunth	Requia de bajo	16.6	12	0.048
152		1	7X7	2	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pona	19.7	15	0.055
153		1	7X7	3	ARECACEAE	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Huasai	15.0	14	0.041
154		1	7X7	4	ARECACEAE	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Huasai	4.1	9	0.007
155		1	25X25	1	BURSERACEAE	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	Isigo	40.4	18	0.590
156		1	25X25	2	VIOLACEAE	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	Huevo de motelo	25.5	15	0.158
157		1	25X25	3	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pona	27.0	22	0.143
158		1	25X25	4	FABACEAE	<i>Inga</i> sp.	Shimbillo	25.1	21	0.201
159		1	25X25	5	MORACEAE	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Palo peruano	23.2	20	0.262
160		1	25X25	6	MORACEAE	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Palo peruano	40.7	24	0.960
161		1	35X35	1	LECYTHIDACEAE	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) Mori	Misa blanca	50	27	1.687
162		1	35X35	2	BURSERACEAE	<i>Tetragastris altissima</i> (Aubl.) Swart	Isigo	50.6	26	1.305
163		1	35X35	3	MELIACEAE	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	Requia de hoja grande	57.3	27	1.534
164		1	35X35	4	LAURACEAE	<i>Aniba hostmanniana</i> (Nees) Mez	Moena amarilla	70	38	2.986
165		1	35X35	5	LECYTHIDACEAE	<i>Couratari macrosperma</i> A.C. Sm.	Misa colorada	100	41	7.295
166	13	1	7x7	1	MORACEAE	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	Chimicua	8.6	9	0.011
167		1	7x7	2	OCHNACEAE	<i>Ouratea iquitosensis</i> J.F. Macbr.	Yacu moena	7.0	8	0.008
168		1	7x7	3	MYRISTICACEAE	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Cumala blanca	8.3	7	0.007
169		1	7x7	4	FABACEAE	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Tornillo	18.5	14	0.061
170		1	7x7	5	FABACEAE	<i>Tachigali guianensis</i> (Benth.) Zarucchi & Herend.	Palo santo	11.1	12	0.026
171		1	25X25	1	FABACEAE	<i>Tachigali guianensis</i> (Benth.) Zarucchi & Herend.	Palo santo	21.0	16	0.120

172	1	25X25	2	URTICACEAE	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Uvilla	36.9	21	0.306
173	1	25X25	3	FABACEAE	<i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly	Inca paca	30.2	23	0.302
174	1	25X25	4	FABACEAE	<i>Tachigali guianensis</i> (Benth.) Zarucchi & Herend.	Palo santo	20.1	24	0.159
175	1	25X25	5	LAURACEAE	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez.	Itauba	30.9	18	0.367
176	1	25X25	6	ARECACEAE	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Pona	29.9	19	0.196
177	1	25X25	7	BURSERACEAE	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	Isigo	23.9	16	0.192
178	1	25X25	8	LAURACEAE	<i>Licaria aurea</i> (Huber) Kosterm.	Moena plateada	41.4	22	0.899
179	1	25X25	9	MORACEAE	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Palo panguana	28.3	20	0.206
180	1	25X25	10	MORACEAE	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Palo panguana	20.4	15	0.081
181	1	25X25	11	LAURACEAE	<i>Ocotea bofo</i> Kunth	Moena negra	28.6	18	0.199
182	1	25X25	12	FABACEAE	<i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly	Inca paca	36.3	18	0.347
183	1	25X25	13	MORACEAE	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Palo peruano	22.3	15	0.184
184	1	25X25	14	FABACEAE	<i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly	Inca paca	36.3	18	0.347
185	1	25X25	15	MALVACEAE	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex. Benth	Peine de mono	26.4	16	0.075
186	1	35x35	1	SAPOTACEAE	<i>Pouteria</i> sp.	Caimitillo	60	27	2.177
187	1	35X35	2	URTICACEAE	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Uvilla	50.3	22	0.596
188	1	35x35	3	URTICACEAE	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Uvilla	68	24	1.185
189	1	35x35	4	MELIACEAE	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	66.8	22	1.090

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 39. Especies inventariadas en la formación vegetal Complejo de purmas y chacras B (Cpc-B).

N°	PARCELA	COD VEGET	SUB PARCELA	COD	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DAP	ALTURA	carbono (Mg/árbol)
1	2	2	7X7	1	MORACEAE	<i>Brosimum utile (Kunth) Pittier</i>	Palo panguana	7.3	11	0.008
2		2	7X7	2	MALVACEAE	<i>Theobroma speciosum Willd. ex Spreng</i>	Cacahuillo	6.7	9	0.006
3		2	7X7	3	APOCYNACEAE	<i>Tabernaemontana heterophylla Vahl</i>	Huevo de chancho	9.2	7	0.007
4		2	7X7	4	FABACEAE	<i>Tachigali vasquezii Pipoly</i>	Inca pacay	18.5	17	0.085
5		2	7X7	5	MYRTACEAE	<i>Calyptanthes sp.</i>	Yayo	6.7	11	0.011
6		2	7X7	6	PUTRANJIVACEAE	<i>Drypetes gentryi Grandez &amp; Vásquez</i>	Yutubanco	13.4	12	0.045
7		2	7X7	7	CLUSIACEAE	<i>Symphonia globulifera L. f.</i>	Azufre caspi	5.7	6	0.003
8		2	7X7	8	MORACEAE	<i>Castilla ulei Warb.</i>	Caucho	9.2	12	0.025
9		2	25X25	1	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	24.8	18	0.100
10		2	25X25	2	FABACEAE	<i>inga sp.</i>	Shimbillo	31.2	19	0.283
11		2	25X25	3	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	8.3	25	0.016
12		2	25X25	4	FABACEAE	<i>Inga edulis Mart.</i>	Shimbillo	23.6	7	0.065
13		2	25X25	5	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	35.0	18	0.197
14		2	25X25	6	FABACEAE	<i>Inga edulis Mart.</i>	Shimbillo	34.1	17	0.311
15		2	25X25	7	FABACEAE	<i>Inga edulis Mart.</i>	Shimbillo	23.6	16	0.140
16		2	25X25	8	FABACEAE	<i>Inga sp.</i>	Shimbillo	20.7	13	0.087
17		2	25X25	9	MALVACEAE	<i>Apeiba membranacea Spruce ex. Benth</i>	Peine de mono	43.0	9	0.117
18		2	25X25	10	NYCTAGINACEAE	<i>Neea spruceana Heimerl.</i>	Palometa huayo	26.4	17	0.225
19		2	35x35	1	FABACEAE	<i>Hymenaea oblongifolia Huber.</i>	Azucar huayo	59.8	36	2.625
20		2	35x35	2	MALVACEAE	<i>Huberodendron swietenoides Gleason Ducke.</i>	Falsa caoba	80	43	3.838
21	3	2	7X7	1	MORACEAE	<i>Pseudolmedia macrophylla Trécul</i>	Pama	18.8	10	0.067

22		2	7X7	2	MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	Sangre de toro	9.2	9	0.014
23		2	7X7	3	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia tomentosa</i>	Nispero	8.0	8	0.011
24		2	7X7	4	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Cetico colorado	19.1	17	0.061
25		2	7X7	5	FABACEAE	<i>Tachigali poeppigiana</i> Tul.	Palo santo	14.0	13	0.038
26		2	7X7	6	FABACEAE	<i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly	Inca pacay	15.9	17	0.063
27		2	7X7	7	SAPOTACEAE	<i>Micropholis egensis</i> (A. DC.) Pierre	Quinilla blanca	6.0	6	0.004
28		2	25X25	1	SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum lucentifolium</i> Pires & T.D. Penn.	Caimito comun	41.1	32	1.202
29		2	25X25	2	FABACEAE	<i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly	Inca pacay	24.5	18	0.158
30		2	25X25	3	BURSERACEAE	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	Isigo	22.0	15	0.152
31		2	25X25	4	RUBIACEAE	<i>Calycophyllum megistocaulum</i> (K. Krause) C. M. Taylor, Novon	Capirona	30.2	16	0.307
32		2	25X25	5	FABACEAE	<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	Copaiba	25.1	18	0.186
33		2	25X25	6	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pona	24.2	19	0.101
34		2	25X25	7	VIOLACEAE	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	Huevo de motelo	26.4	18	0.201
35		2	25X25	8	MALVACEAE	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex. Benth	Peine de mono	49.3	18	0.295
36		2	25X25	9	MELIACEAE	<i>Trichilia quadrijuga</i> Kunth	Requia de bajo	21.3	17	0.111
37		2	25X25	10	NYCTAGINACEAE	<i>Neea spruceana</i> Heimerl.	Palometa huayo	42.7	19	0.655
38		2	35X35	1	SALICACEAE	<i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler.	guacamayo caspi	52.5	30	1.376
39		2	35X35	2	EBENACEAE	<i>Diospyros</i> sp.	Nogalillo	55.7	33	1.657
40		2	35X35	3	FABACEAE	<i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly	Inca pacay	80.5	34	3.126
41	5	2	7X7	1	FABACEAE	<i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly	Inca pacae	19.1	16	0.086
42		2	7X7	2	ARECACEAE	<i>Euterpe preclatoria</i> Mart.	Huasai	16.2	21	0.088
43		2	25x25	1	MYRTACEAE	<i>Eugenia biflora</i>	Guayabilla	25.8	17	0.266
44		2	25x25	2	SAPOTACEAE	<i>Pouteria</i> sp.	Quinilla blanca	38.5	35	1.130
45		2	25x25	3	URTICACEAE	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Uvilla	36.0	25	0.337
46		2	25x25	4	FABACEAE	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber.	Azucar huayo	29.9	26	0.481
47		2	25x25	5	MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	Sangre de toro	24.8	17	0.176

48		2	25x25	6	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	25.1	15	0.103
49		2	25x25	7	MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera laevis Markgr.</i>	Sangre de toro	35.7	19	0.404
50		2	25x25	8	MYRTACEAE	<i>Psidium sp.</i>	Guayabilla	27.1	16	0.324
51		2	25x25	9	SIPARUNACEAE	<i>Siparuna decipiens (Tul.)A.DC. Det.S. McDaniel (IBE)</i>	Palo de agua	24.8	17	0.184
52		2	25x25	10	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	24.2	25	0.096
53		2	25x25	11	ANNONACEAE	<i>Guatteria acutissima R. E. Fr.</i>	Carahuasca	27.1	16	0.129
54		2	35x35	1	FABACEAE	<i>Tachigali poeppigiana Tul.</i>	Palo santo	56.7	25	1.158
55		2	35x35	2	URTICACEAE	<i>Pourouma minor Benoist</i>	Uvilla	64.6	19	0.849
56		2	35x35	3	FABACEAE	<i>Parkia multijuga</i>	Pashaco atornillado	71.0	37	1.679
57		2	35x35	4	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	55.1	28	0.489
58	26	2	7x7	1	SIPARUNACEAE	<i>Siparuna decipiens (Tul.)A.DC. Det.S. McDaniel</i>	Palo Agua	7.0	7	0.006
59		2	7x7	2	MORACEAE	<i>Brosimum rubescens Taub.</i>	Palo peruano	15.0	14	0.077
60		2	7x7	3	MORACEAE	<i>Brosimum rubescens Taub.</i>	Palo peruano	5.1	8	0.005
61		2	25X25	1	FABACEAE	<i>Inga edulis Mart.</i>	Shimbillo	22.9	17	0.139
62		2	25X25	2	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	37.6	17	0.217
63		2	25X25	3	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	21.0	18	0.071
64		2	25X25	4	MALVACEAE	<i>Apeiba membranacea Spruce ex. Benth</i>	Peine de mono	22.0	16	0.052
65		2	25X25	5	FABACEAE	<i>Inga sp.</i>	Shimbillo	23.9	17	0.149
66		2	25X25	6	MELIACEAE	<i>Guarea kunthiana A. Juss.</i>	Requia de altura	27.1	17	0.207
67		2	25X25	7	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	31.2	19	0.165
68		2	25X25	8	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	46.2	21	0.399
69		2	25X25	9	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	38.2	20	0.261
70		2	25X25	10	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	28.6	19	0.139
71		2	25X25	11	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	35.0	19	0.208
72		2	35X35	3	FABACEAE	<i>Dipteryx micrantha Harms</i>	Shihuahuaco amarillo	97	38	9.053



73	31	2	7X7	1	MONIMIACEAE	<i>Mollinedia killipii</i> J.F. Macbr.	Aceitunilla	8.0	10	0.012
74		2	7X7	2	FABACEAE	<i>Inga</i> sp.	Shimbillo	19.4	14	0.082
75		2	25X25	1	EUPHORBIACEAE	<i>Mabea nitida</i> Spruce ex Benth.	Shiringuilla	27.1	18	0.233
76		2	25X25	2	MORACEAE	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	Tamamuri	46.8	24	0.934
77		2	25X25	3	ANNONACEAE	<i>Rollinia pittieri</i> Saff.	Anonilla	23.9	16	0.080
78		2	25X25	4	ARECACEAE	<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Ungurahui	25.5	14	0.330
79		2	25X25	5	MYRISTICACEAE	<i>Iryanthera laevis</i> Markgr.	Cumala colorado	22.3	15	0.125
80		2	25X25	6	FABACEAE	<i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly	Inca pacay	49.3	25	0.874
81		2	25X25	7	MORACEAE	<i>brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Palo panguana	40.4	26	0.538
82		2	25X25	8	VOCHYSIACEAE	<i>Erisma uncinatum</i>	Catuaba	41.1	21	0.470
83		2	25X25	9	SAPOTACEAE	<i>Pouteria</i> sp.	Caimitillo	36.6	19	0.581
84		2	25X25	10	MORACEAE	<i>brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	Palo panguana	40.4	26	0.538
85		2	25X25	11	ARECACEAE	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Huasai	21.3	17	0.061
86		2	25X25	12	ARECACEAE	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Huasai	20.1	18	0.068
87	2	35X35	1	LECYTHIDACEAE	<i>Bertholletia excelsa</i> Bonpl.	Castaña	69.1	28	2.278	
88	2	35X35	2	FABACEAE	<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke	Pashaco	55.0	28	1.015	

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 40. Especies inventariadas en la formación vegetal Complejo de purmas y chacras A (Cpc-A).

N°	PARCELA	COD VEGET	SUB PARCELA	COD	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DAP	ALTURA	carbono (Mg/árbol)
1	19	3	7x7	1	MALVACEAE	<i>Apeiba tiborbou Aubl</i>	Peine de mono	8.6	8	0.002
2		3	7x7	2	ARECACEAE	<i>Astrocaryum murumuru Mart</i>	Huicungo	6	4.5	0.048
3		3	7x7	3	ARECACEAE	<i>Astrocaryum murumuru Mart</i>	Huicungo	6	4.5	0.048
4		3	7x7	4	MALVACEAE	<i>Apeiba tiborbou Aubl</i>	Peine de mono	10.2	8	0.003
5		3	7x7	5	MALVACEAE	<i>Apeiba tiborbou Aubl</i>	Peine de mono	12.4	10	0.006
6		3	7x7	6	MALVACEAE	<i>Apeiba tiborbou Aubl</i>	Peine de mono	12.1	10	0.006
7		3	7x7	7	MALVACEAE	<i>Apeiba tiborbou Aubl</i>	Peine de mono	18.5	11	0.014
8		3	25x25	1	FABACEAE	<i>Acacia sp</i>	Pashaco	20.8	14	0.115
9		3	25x25	2	MALVACEAE	<i>Ochroma pyramidale (Cav. ex Lam.) Urb</i>	Topa	22.3	14	0.016
10		3	25x25	3	ARECACEAE	<i>Attalea phalerata Mart. ex Spreng.</i>	Shapaja	26.0	7	0.135
11	20	3	7x7	1	FABACEAE	<i>Inga sp.</i>	Shimbillo	9.2	12	0.016
12		3	7x7	2	FABACEAE	<i>Inga sp.</i>	Shimbillo	10.1	11	0.018
13		3	7x7	3	FABACEAE	<i>Inga sp.</i>	Shimbillo	11.5	10	0.021
14		3	7x7	4	MALVACEAE	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Bolaina	11.5	14	0.024
15		3	7x7	5	FABACEAE	<i>Schizolobium parahyba (Vell.) Blake</i>	Pashaco blanco	10.1	16	0.013
16		3	25x25	2	MALVACEAE	<i>Ceiba samauma</i>	Huimba	28.5	14	0.174
17		3	25x25	3	FABACEAE	<i>Inga sp.</i>	Shimbillo	25.0	14	0.136
18		3	25x25	5	URTICACEAE	<i>Cecropia membranacea Trécul</i>	Cetico	20.1	15	0.059
19		3	25x25	6	ARECACEAE	<i>Astrocaryum murumuru Mart</i>	Huicungo	20.3	8	0.085
20		3	25x25	7	URTICACEAE	<i>Cecropia sciadophylla Mart.</i>	Cetico colorado	20.6	14	0.071
21		3	25x25	8	URTICACEAE	<i>Cecropia latiloba Miq.</i>	Cetico	21.6	16	0.077

22	27	3	7x7	1	MORACEAE	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	Chimicua	8.8	7	0.010
23		3	7x7	2	MELIACEAE	<i>Trichilia guianensis</i> Klotzsch ex C. DC.	Trichilia	10.4	8	0.016
24		3	7x7	3	ANNONACEAE	<i>Guatteria</i> sp.	Carahuasca	9.8	8	0.011
25		3	7x7	4	VIOLACEAE	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	Huevo de motelo	7.0	6	0.005
26		3	7x7	5	MORACEAE	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	Chimicua	8.2	9	0.011
27		3	7x7	6	MALVACEAE	<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacao de monte	5.7	7	0.002
28		3	7x7	7	PUTRANJIVACEAE	<i>Drypetes gentryi</i> Grandez & Vásquez	Yutubanco	5.1	7	0.004
29		3	25X25	1	MORACEAE	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	Chimicua	30.6	17	0.266
30		3	25X25	2	MELIACEAE	<i>Trichilia guianensis</i> Klotzsch ex C. DC.	Trichilia	21.3	13	0.109
31		3	25X25	3	FABACEAE	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Estoraque	30.2	19	0.392
32		3	25X25	4	MORACEAE	<i>Naucleopsis glabra</i> Spruce ex Baill.	Puma Chaqui	20.7	13	0.101
33		3	35X35	1	MORACEAE	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	Tamamuri	50.6	16	0.788
34		3	35X35	2	MALVACEAE	<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex. Benth	Peine de mono	80.0	37	1.524
35		3	35X35	3	FABACEAE	<i>Inga</i> sp.	Shimbillo	53.8	20	0.888
36		33	3	7X7	1	MALVACEAE	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	Topa	19.0	16
37	3		7x7	2	CANNABACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Atadijo	11.0	13	0.008
38	3		7X7	3	FABACEAE	<i>Schizolobium amazonicum</i> Huber ex Ducke	Pashaco	7.0	13	0.008
39	3		7x7	4	CANNABACEAE	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Atadijo	10.0	12	0.006
40	3		7x7	5	FABACEAE	<i>Inga ruiziana</i> G. Don	Shimbillo Paraifo	7.0	9	0.007
41	3		7x7	6	FABACEAE	<i>Inga ruiziana</i> G. Don	Shimbillo Paraifo	8.0	9	0.009
42	3		7x7	7	FABACEAE	<i>Inga ruiziana</i> G. Don	Shimbillo Paraifo	8.0	10	0.010
43	3		7x7	8	MALVACEAE	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	Topa	11.0	14	0.004
44	3		7x7	9	MALVACEAE	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	Topa	11.0	13	0.004

45		3	25X25	1	ARECACEAE	<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Shapaja	42	12	0.233	
46		3	25X25	2	ARECACEAE	<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Shapaja	36	9	0.173	
47		3	25X25	3	URTICACEAE	<i>Cecropia latiloba</i> Miq.	Cetico	21	19	0.060	
48		3	25X25	4	FABACEAE	<i>Inga</i> sp.	Guabilla	21	19	0.127	
49		3	25X25	5	ARECACEAE	<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Shapaja	37	16	0.315	
50		3	25X25	6	ARECACEAE	<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Shapaja	40	12	0.233	
51		3	25X25	7	MALVACEAE	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	Topa	42	20	0.078	
52		3	25X25	8	MALVACEAE	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	Topa	27	16	0.026	
53		18	3	7x7	1	EUPHORBIACEAE	<i>Sapium marmieri</i> Huber	Chicle huayo	14	17	0.032
54			3	25X25	1	EUPHORBIACEAE	<i>Sapium marmieri</i> Huber	Chicle huayo	28	23	0.172
55			3	25X25	2	ARECACEAE	<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Shapaja	41	14	0.273
56			3	25X25	3	FABACEAE	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Pashaco	23	22	0.089
57	3		25X25	4	FABACEAE	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Pashaco	24	22	0.097	
58	3		25X25	5	FABACEAE	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Pashaco	24	20	0.088	
59	3		25X25	6	MALVACEAE	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urb	Topa	20	14	0.013	
60	3		25X25	7	FABACEAE	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Pashaco	23	18	0.074	
61	3		25X25	8	FABACEAE	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Pashaco	24	20	0.088	
62	3		25X25	9	FABACEAE	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Pashaco	20	18	0.056	
63	3		25X25	10	FABACEAE	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Pashaco	24	18	0.080	
64	3		25X25	11	FABACEAE	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell.) Blake	Pashaco	30	21	0.145	
65	3		25X25	12	ANNONACEAE	<i>Annona</i> sp.	Anonilla	34	15	0.188	

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 41. Especies inventariadas en la formación vegetal Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o aguajales (Cpal-M)

N°	PARCELA	COD VEGET	SUB PARCELA	COD	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DAP	ALTURA	Carbono (Mg/árbol)
1	16	4	7x7	1	ARECACEAE	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Huasaí	17.5	18	0.068
2		4	7x7	2	ARECACEAE	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Huasaí	13.7	13	0.034
3		4	7x7	3	LAURACEAE	<i>Aniba sp</i>	Moena	6.0	6	0.004
4		4	7x7	4	ANNONACEAE	<i>Guatteria sp.</i>	Carahuasca	6.4	10	0.006
5		4	25x25	1	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	36.9	20	0.365
6		4	25x25	2	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	23.0	18	0.315
7		4	25x25	3	MORACEAE	<i>Ficus pallida</i>	Ojé	20.0	18	0.070
8		4	25x25	4	MORACEAE	<i>Ficus pallida</i>	Ojé	25	19	0.113
9		4	25x25	5	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	35.3	20	0.365
10		4	25x25	6	CLUSIACEAE	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Azufre caspi	36.9	19	0.434
11		4	25x25	7	CLUSIACEAE	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Azufre caspi	44.6	19	0.633
12		4	25x25	8	CLUSIACEAE	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Azufre caspi	27.7	18	0.231
13		4	25x25	9	LECYTHIDACEAE	<i>Cariniana decandra</i>	Cachimbo caspi	26.7	17	0.187
14		4	25x25	10	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	31.8	15	0.003
15		4	25x25	11	CLUSIACEAE	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Azufre caspi	22.3	17	0.142
16		4	25x25	12	LECYTHIDACEAE	<i>Cariniana decandra</i>	cachimbo caspi	31.8	18	0.280
17		4	25x25	13	OLACACEAE	<i>Heisteria sp</i>		36.9	15	0.409
18		4	25x25	14	OLACACEAE	<i>Heisteria sp</i>		27.4	13	0.196
19		4	25x25	15	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	29.9	23	0.003

20		4	25x25	16	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	29.0	13	0.003
21		4	25x25	17	CLUSIACEAE	<i>Symphonia globulifera</i> L. f.	Azufre caspi	48.4	18	0.710
22		4	25x25	18	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	37.2	18	0.315
23		4	25x25	19	ARECACEAE	<i>Euterpe precatoria</i> Mart.	Huasaí	20.1	17	0.061
24		4	25x25	20	ARECACEAE	<i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H. Wendl.	Casha pona	20.0	18	0.083
25		4	35x35	1	MORACEAE	<i>Ficus pallida</i>	Ojé de hoja pequeña	78	32	1.832
26		4	35x35	2	MORACEAE	<i>Ficus sp</i>	Renaco	56	25	0.748
27	30	4	25X25	1	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	37.6	18	0.315
28		4	25X25	2	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	33.4	18	0.315
29		4	25X25	3	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	36.6	16	0.268
30		4	25X25	4	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	27.1	17	0.291
31		4	25X25	5	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	23.9	16	0.268
32		4	25X25	6	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	25.5	15	0.245
33		4	25X25	7	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	25.5	12	0.180
34		4	25X25	8	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	33.7	20	0.365
35		4	25X25	9	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	32.5	22	0.416
36		4	25X25	10	MALVACEAE	<i>Bombax aquaticum</i> (Aubl.) Schumann	Palo de bajo	21.0	20	0.079
37		4	25X25	11	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	33.4	19	0.340
38		4	25X25	12	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	26.4	19	0.340
39		4	25X25	13	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	31.8	21	0.390
40		4	25X25	14	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	22.9	16	0.268
41		4	25X25	15	MALVACEAE	<i>Bombax aquaticum</i> (Aubl.) Schumann	Palo de bajo	23.2	17	0.083
42		4	25X25	16	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	29.3	9	0.121
43		4	25X25	17	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	26.7	12	0.180
44		4	25X25	18	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	29.6	19	0.340
45		4	25X25	19	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	30.0	22	0.416
46		4	25X25	20	MALVACEAE	<i>Bombax aquaticum</i> (Aubl.) Schumann	Palo de bajo	21.3	16	0.066

47		4	25X25	21	MALVACEAE	<i>Bombax aquaticum (Aubl.) Schumann</i>	Palo de bajo	22.9	12	0.059
48		4	25X25	22	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	22.9	26	0.523
49		4	25X25	23	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	35.0	12	0.180
50		4	25X25	24	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	32.8	18	0.315
51		4	25X25	25	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia sp.</i>	Tahuarí	23.6	14	0.179
52		4	25X25	26	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	31.8	17	0.291
53		4	25X25	27	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	25.5	16	0.268
54		4	25X25	28	MORACEAE	<i>Ficus sp</i>	Ojé de hoja pequeña	22.3	14	0.069
55	32	4	7x7	1	MALVACEAE	<i>Bombax aquaticum (Aubl.) Schumann</i>	Palo de bajo	10	5	0.005
56		4	7X7	2	MALVACEAE	<i>Sterculia sp.</i>		11.5	16	0.025
57		4	25x25	1	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	24	13	0.201
58		4	25X25	2	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	27	12	0.180
59		4	25X25	3	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	26	27	0.551
60		4	25X25	4	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	21	10	0.140
61		4	25X25	5	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	40	13	0.201
62		4	25X25	6	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	28	18	0.315
63		4	25X25	7	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	26	17	0.291
64		4	25X25	8	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	34	23	0.442
65		4	25X25	9	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	30	15	0.245
66		4	25X25	10	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	26	27	0.551
67		4	25X25	11	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	30	20	0.365
68		4	25X25	12	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	26	25	0.496
69		4	25X25	13	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	33	19	0.340
70		4	25X25	14	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	20	14	0.223
71		4	25X25	15	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	27	20	0.365
72	4	25X25	16	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	36	10	0.140	
73	4	25X25	17	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa L. f.</i>	Aguaje	25	11	0.160	

74	4	25X25	18	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	25	12	0.180
75	4	25X25	19	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	26	10	0.140
76	4	25X25	20	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	24	13	0.201
77	4	25X25	21	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	32	25	0.496
78	4	25X25	22	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	37	11	0.160
79	4	25X25	23	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	34	11	0.160
80	4	25X25	24	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	32	15	0.245
81	4	25X25	25	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	17	8	0.103
82	4	25X25	26	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	19	17	0.291
83	4	25X25	27	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	29	8	0.103
84	4	25X25	28	ARECACEAE	<i>Mauritia flexuosa</i> L. f.	Aguaje	26	18	0.315

Fuente: Elaboración propia, (2014).



Cuadro 42. Especies inventariadas en la formación vegetal Comunidades sucesionales de orillas de aguas blancas (Cs-Ab).

N°	PARCELA	COD VEGET	SUB PARCELA	COD	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DAP	ALTURA	Carbono (Mg/árbol)
1	23	5	7X7	1	MELIACEAE	<i>Trichilia quadrijuga</i> Kunth	Requia de bajo	9.9	8	0.012
2		5	7X7	2	MELIACEAE	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Requia	11.1	12	0.025
3		5	7X7	3	ARECACEAE	<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Shapaja	8	6	0.003
4		5	25X25	1	FABACEAE	<i>inga</i> sp.	Shimbillo	40.8	18	0.472
5		5	25X25	2	ANACARDIACEAE	<i>Spondias mombin</i> L.	Ubos	27.8	14	0.100
6		5	25X25	3	EUPHORBIACEAE	<i>Mabea nitida</i> Spruce ex Benth.	Shiringuilla	25.6	16	0.188
7		5	25X25	4	MALVACEAE	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Lupuna	29.6	19	0.131
8		5	25X25	5	MYRISTICACEAE	<i>Virola elongata</i> (Benth.) Warb.	Cumala blanca	33.4	18	0.267
9		5	25X25	6	ARECACEAE	<i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng.	Shapaja	35.0	14	0.273
10		5	25X25	7	EUPHORBIACEAE	<i>Hura crepitans</i> L.	Catahua	44.6	16	0.272
11		5	35X35	1	MORACEAE	<i>Brosimum lactescens</i> (S. Moore) C.C. Berg	Tamamuri	73.5	40	3.765
13	24	5	7X7	1	MORACEAE	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	Shimicua con pelos	9.2	11	0.016
14		5	7X7	2	MALVACEAE	<i>Quararibea wittii</i> K. Schum. & Ulbr.	Sapotillo	6.7	8	0.004
15		5	7X7	3	VIOLACEAE	<i>Leonia crassa</i> L.B. Sm. & A. Fernández	Huevo de motel	12.4	7	0.020
16		5	7X7	4	VIOLACEAE	<i>Leonia crassa</i> L.B. Sm. & A. Fernández	Huevo de motel	8.9	8	0.012
17		5	7X7	5	MORACEAE	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	Shimicua con pelos	9.2	9	0.013
18		5	7X7	6	VIOLACEAE	<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	Huevo de motel	11.8	8	0.019
19		5	7X7	7	LAURACEAE	<i>Licaria</i> sp	Moena	7	6	0.008
20		5	25X25	1	MALVACEAE	<i>Quararibea wittii</i> K. Schum. & Ulbr.	Sapotillo	20.1	17	0.079

21	5	25X25	2	MYRISTICACEAE	<i>Viola calophylla (Spruce) Warb.</i>	Cumala blanca	21.0	17	0.087
22	5	25X25	3	MALVACEAE	<i>Guazuma crinita Mart.</i>	Bolaina	25.8	18	0.175
23	5	25X25	4	ARECACEAE	<i>Attalea phalerata Mart. ex Spreng.</i>	Shapaja	40.1	8	0.154
24	5	25X25	5	FABACEAE	<i>Inga sp.</i>	Shimbillo	31.2	16	0.241
25	5	25X25	6	LECYTHIDACEAE	<i>Couroupita sp</i>		29.6	17	0.154
26	5	25X25	7	MALVACEAE	<i>Theobroma cacao L.</i>	Cacao	20.1	15	0.061
27	5	35X35	1	LECYTHIDACEAE	<i>Couroupita sp</i>		59.8	35	1.245
28	5	35X35	2	SAPOTACEAE	<i>Pouteria sp.</i>	Quinilla blanca	60.2	35	2.771

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 43. Especies inventariadas en la formación vegetal Comunidades pantanosas de palmeras (Cp-ar).

N°	PARCELA	COD VEGET	SUB PARCELA	COD	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	DAP	ALTURA	Carbono (Mg/árbol)
1	21	6	25X25	1	BURSERACEAE	<i>Protium sp.</i>	Copal	29.9	16	0.222
2		6	25X25	2	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea Ruiz &amp; Pav.</i>	Pona	25.8	18	0.108
3		6	25X25	3	MORACEAE	<i>Brosimum lactescens (S. Moore) C.C. Berg</i>	Tamamuri	36.9	18	0.448
4		6	25X25	4	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea Ruiz &amp; Pav.</i>	Pona	24.8	16	0.090
5		6	25X25	5	FABACEAE	<i>Tachigali setifera (Ducke) Zarucchi &amp; Herend.</i>	Inca pacay	27.4	19	0.263
6		6	25X25	6	APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma parvifolium A. DC.</i>	Quillabordon	29.9	18	0.366
7		6	25X25	7	MORACEAE	<i>Brosimum sp.</i>	Palo panguana	22.6	16	0.156
8		6	25X25	8	EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea sp.</i>	Zancudo caspi	31.4	14	0.140
9		6	25X25	9	VIOLACEAE	<i>Leonia glycyarpa Ruiz &amp; Pav.</i>	Huevo de motelito	26.4	15	0.170
10		6	25X25	10	VIOLACEAE	<i>Leonia glycyarpa Ruiz &amp; Pav.</i>	Huevo de motelito	22.6	13	0.109
11		6	25X25	11	FABACEAE	<i>Dialium guianense (Aubl.) Sandwith</i>	Charapilla	39.3	36	1.441
12		6	25X25	12	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea Ruiz &amp; Pav.</i>	Pona	22.9	12	0.059
13		6	25X25	14	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea Ruiz &amp; Pav.</i>	Pona	22.9	12	0.059
14		6	25X25	15	MELIACEAE	<i>Cabralea canjerana (Vell.) Mart.</i>	Panguana	33.7	13	0.206
15	22	6	7X7	1	MALVACEAE	<i>Luehea grandiflora Mart.</i>	Pancho	15.6	14	0.047
16		6	7X7	2	ARECACEAE	<i>Socratea exorrhiza (Mart.) H. Wendl.</i>	Cashapona	15.0	17	0.002
17		6	7X7	3	ARECACEAE	<i>Euterpe precatoria Mart.</i>	Huasai	16.6	16	0.054
18		6	7X7	4	EUPHORBIACEAE	<i>Hura crepitans L.</i>	Catahua	19.4	13	0.042
19		6	7X7	5	ARECACEAE	<i>Socratea exorrhiza (Mart.) H. Wendl.</i>	Cashapona	5.7	17	0.001
20		6	7X7	6	FABACEAE	<i>inga sp.</i>	Shimbillo	9.9	12	0.018
21		6	25X25	1	SALICACEAE	<i>Laetia Corymbulosa Spruce Ex .Benth</i>	Purma caspi	28.2	16	0.215

22	6	25X25	2	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pona	31.8	15	0.136
23	6	25X25	3	BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	Achihua	34.0	18	0.163
24	6	25X25	4	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pona	20.7	13	0.053
25	6	25X25	5	EUPHORBIACEAE	<i>Hura crepitans</i> L.	Catahua	38.1	18	0.222
26	6	25X25	6	URTICACEAE	<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	Uvilla	27.8	16	0.102
27	6	25X25	7	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pona	26.1	17	0.105
28	6	25X25	8	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pona	23.6	15	0.077
29	6	25X25	9	ARECACEAE	<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Pona	28.3	16	0.116
30	6	25X25	10	SAPINDACEAE	<i>Talisia</i> sp.	Pitumba	28.0	14	0.280
31	6	25X25	11	FABACEAE	<i>Inga</i> sp.	Shimbillo	26.1	16	0.168

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 44. Madera muerta caída registrada en todos los tipos de vegetación excepto Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o aguajales.

MADERA MUERTA CAIDA					
N°	Tipo de vegetación	n°	Cód. Parcela	Diámetro	Tipo de densidad
1	(Bsd-p)	1	P-04	22	I
2	(Bsd-p)	2		14	S
3	(Bsd-p)	3		38	I
4	(Bsd-p)	4		27	I
5	(Bsd-p)	5		11	S
6	(Bsd-p)	6		18	P
7	(Bsd-p)	7		22	P
8	(Bsd-p)	8		25	I
9	(Bsd-p)	9		16	I
10	(Bsd-p)	10		18	I
11	(Bsd-p)	1		35	I
12	(Bsd-p)	2		16	S
13	(Bsd-p)	3		7	S
14	(Bsd-p)	4		9	S
15	(Bsd-p)	5		17	I
16	(Bsd-p)	6		20	I
17	(Bsd-p)	7		53	S
18	(Bsd-p)	8		26	I
19	(Bsd-p)	9		50	I
20	(Bsd-p)	10		80	S
21	(Bsd-p)	1	P-07	15.0	P
22	(Bsd-p)	2		18.0	S
23	(Bsd-p)	3		21.0	S
24	(Bsd-p)	4		15.0	P
25	(Bsd-p)	5		11.0	I
26	(Bsd-p)	6		12.0	P
27	(Bsd-p)	7		40.0	P
28	(Bsd-p)	8		28.0	I
29	(Bsd-p)	1	P-08	12.0	S
30	(Bsd-p)	2		10.0	S
31	(Bsd-p)	3		47.0	S
32	(Bsd-p)	4		16.0	I
33	(Bsd-p)	5		10.0	S
34	(Bsd-p)	6		22.0	I
35	(Bsd-p)	7		19.0	I
36	(Bsd-p)	8		9.0	I
37	(Bsd-p)	9		17.0	I
38	(Bsd-p)	10		31.0	S

39	(Bsd-p)	1	P-09	14.0	I
40	(Bsd-p)	4		7.6	I
41	(Bsd-p)	5		17.5	I
42	(Bsd-p)	6		6.4	S
43	(Bsd-p)	7		11.5	I
44	(Bsd-p)	8		14.3	I
45	(Bsd-p)	9		11.5	I
46	(Bsd-p)	10		6.4	I
47	(Bsd-p)	11		5.1	I
48	(Bsd-p)	12		5.0	I
49	(Bsd-p)	13		7.0	I
50	(Bsd-p)	14		14.0	I
51	(Bsd-p)	15		11.1	S
52	(Bsd-p)	1		P-10	6
53	(Bsd-p)	2	12		I
54	(Bsd-p)	3	10		S
55	(Bsd-p)	4	14		P
56	(Bsd-p)	5	85		S
57	(Bsd-p)	6	10		I
58	(Bsd-p)	7	22		I
59	(Bsd-p)	8	12		I
60	(Bsd-p)	9	16		P
61	(Bsd-p)	1	P-13	7	I
62	(Bsd-p)	2		10	P
63	(Bsd-p)	3		10	S
64	(Bsd-p)	4		6	I
65	(Bsd-p)	5		5	I
66	(Bsd-p)	6		10	I
67	(Bsd-p)	7		10	I
68	(Bsd-p)	8		12	I
69	(Bsd-p)	9		12	S
70	(Bsd-p)	10		25	I
71	(Bsd-p)	11		15	S
72	(Bsd-p)	12		20	S
73	(Bsd-p)	13	16	P	
74	(Bsd-p)	14	23	I	
75	(Bsd-p)	15	12	I	
76	(Bsd-p)	16	16	I	
77	(Bsd-p)	17	10	I	
78	(Bsd-p)	18	14	I	
79	(Bsd-p)	19	7	I	
80	(Bsd-p)	20	12	I	
81	(Bsd-p)	21	10	I	
82	(Bsd-p)	22	14	I	

83	(Bsd-p)	23		7	S
84	(Bsd-p)	1	P-14	5	P
85	(Bsd-p)	2		16	P
86	(Bsd-p)	3		17	S
87	(Bsd-p)	4		20	P
88	(Bsd-p)	5		22	P
89	(Bsd-p)	6		16	P
90	(Bsd-p)	7		15	P
91	(Bsd-p)	8		15	P
92	(Bsd-p)	9		20	P
93	(Bsd-p)	10		30	P
94	(Bsd-p)	11		25	P
95	(Bsd-p)	1	P-15	7	I
96	(Bsd-p)	2		10	P
97	(Bsd-p)	3		11	P
98	(Bsd-p)	4		8	I
99	(Bsd-p)	5		16	I
100	(Bsd-p)	6		15	P
101	(Bsd-p)	7		8	P
102	(Bsd-p)	8		18	S
103	(Bsd-p)	9		45	P
104	(Bsd-p)	10		12	P
105	(Bsd-p)	11		16	P
106	(Bsd-p)	12	8	P	
107	(Bsd-p)	1	P-25	14	P
108	(Bsd-p)	2		15	I
109	(Bsd-p)	3		6	I
110	(Bsd-p)	4		20	I
111	(Bsd-p)	5		14	P
112	(Bsd-p)	6		12	P
113	(Bsd-p)	7		14	I
114	(Bsd-p)	8		22	P
115	(Cpc -B)	1	P-02	6	S
116	(Cpc -B)	2		28	P
117	(Cpc -B)	3		6	P
118	(Cpc -B)	4		5	I
119	(Cpc -B)	5		17	I
120	(Cpc -B)	6		8	I
121	(Cpc -B)	1	P-03	10	P
122	(Cpc -B)	2		7	I
123	(Cpc -B)	3		7	I
124	(Cpc -B)	4		9	I
125	(Cpc -B)	5		26	S
126	(Cpc -B)	6		21	S

127	(Cpc -B)	7		105	I	
128	(Cpc -B)	8		80	S	
129	(Cpc -B)	9		8	S	
130	(Cpc -B)	10		9	I	
131	(Cpc -B)	11		8	I	
132	(Cpc -B)	12		19	P	
133	(Cpc -B)	13		25	I	
134	(Cpc -B)	1		P-05	14.0	I
135	(Cpc -B)	2			5.7	P
136	(Cpc -B)	3			6.0	P
137	(Cpc -B)	4			16.9	I
138	(Cpc -B)	5			17.0	S
139	(Cpc -B)	6			63.0	I
140	(Cpc -B)	7			13.0	P
141	(Cpc -B)	8	22.0		I	
142	(Cpc -B)	9	52.0		I	
143	(Cpc -B)	10	39.0		I	
144	(Cpc -B)	11	14.0		P	
145	(Cpc -B)	12	6.4		S	
146	(Cpc -B)	13	11.1		P	
147	(Cpc -B)	14	13.0		I	
148	(Cpc -B)	1	P-26	20	S	
149	(Cpc -B)	2		12	I	
150	(Cpc -B)	3		45	S	
151	(Cpc -B)	4		16	S	
152	(Cpc -B)	5		21	P	
153	(Cpc -B)	6		7	I	
154	(Cpc -B)	7		5	I	
155	(Cpc -B)	8		8	P	
156	(Cpc -B)	9		7	I	
157	(Cpc -B)	10		23	I	
158	(Cpc -B)	11		34	I	
159	(Cpc -B)	12		6	P	
160	(Cpc -B)	13		45	P	
161	(Cpc -B)	14		6	I	
162	(Cpc -B)	1	P-31	10	S	
163	(Cpc -B)	2		24	P	
164	(Cpc -B)	3		12	P	
165	(Cpc -B)	4		26	I	
166	(Cpc -B)	5		16	I	
167	(Cpc -B)	6		14	P	
168	(Cpc -B)	7		6	I	
169	(Cpc -B)	8		23	I	
170	(Cpc -B)	9		20	I	



171	(Cpc -B)	10		19	P
172	(Cpc -B)	11		16	I
173	(Cpc -B)	12		15	I
174	(Cpc -B)	13		14	I
175	(Cpc -B)	14		8	I
176	(Cpc -B)	15		15	I
177	(Cpc -A)	1	P-27	70	S
178	(Cpc -A)	2		11	P
179	(Cpc -A)	3		10	P
180	(Cpc -A)	4		10	I
181	(Cpc -A)	5		7	I
182	(Cpc -A)	6		30	P
183	(Cpc -A)	7		22	P
184	(Cpc -A)	8		10	S
185	(Cpc -A)	9		50	S
186	(Cpc -A)	10		20	P
187	(Cpc -A)	11		17	S
188	(Cpc -A)	1	P-33	12	P
189	(Cpc -A)	2		10	I
190	(Cpc -A)	3		11	I
191	(Cpc -A)	4		14	P
192	(Cpc -A)	5		16	P
193	(Cs-Ab)	1	P-23	26	P
194	(Cs-Ab)	2		7	I
195	(Cs-Ab)	3		14	I
196	(Cs-Ab)	4		40	P
197	(Cs-Ab)	5		41	P
198	(Cs-Ab)	6		34	P
199	(Cs-Ab)	7		32	I
200	(Cs-Ab)	8		13	P
201	(Cs-Ab)	1	P-24	17.0	S
202	(Cs-Ab)	2		10.0	I
203	(Cs-Ab)	3		7.0	P
204	(Cs-Ab)	4		15.0	I
205	(Cs-Ab)	5		6.0	I
206	(Cs-Ab)	6		60.0	S
207	(Cs-Ab)	7		27.0	S
208	(Cs-Ab)	8		6.0	I
209	(Cp-ar)	1	P-22	6	S
210	(Cp-ar)	2		48	I
211	(Cp-ar)	3		14	I
212	(Cp-ar)	4		18	I
213	(Cp-ar)	5		5	I

Fuente: Elaboración propia, (2014).

Cuadro 45. Madera muerta en pie registrada en todos los tipos de vegetación excepto Comunidades pantanosas de palmeras *Mauritia flexuosa* o aguajales.

N°	Tipo de Vegetación	Parcela	Subparcela	Clase	altura	Radio de base	Diámetro Basal	Radio superior	Diámetro superior	Tipo de densidad	Volumen	Biomasa
1	(Bsd-p)	P-06	25X25	clase 2	5	0.42	84.00	0.350	70	I	2.33	0.92
2	(Bsd-p)	P-14	35X35	clase 2	16	0.35	70.00	0.175	35	I	3.59	1.41
3	(Bsd-p)	P-09	35x35	clase 2	27	0.68	135.00	0.085	17	I	14.71	5.79
4	(Bsd-p)	P-09	25X25	clase 2	8	0.32	63.02	0.225	45	I	1.85	0.73
5	(Bsd-p)	P-08	25x25	clase 2	5	0.60	120.00	0.325	65	P	3.46	0.88
6	(Cpc -B)	P-26	35X35	clase 2	12	0.40	80.00	0.150	30	P	3.05	0.78
7	(Cpc -B)	P-26	35X35	clase 2	30	0.45	90.00	0.080	16	I	7.69	3.03
8	(Cs-Ab)	P-23	25X25	clase 2	15	0.18	35.00	0.090	18	S	0.86	0.55
9	(Cp-ar)	P-21	25X25	clase 2	13	0.32	63.00	0.165	33	I	2.43	0.96

Fuente: Elaboración propia, (2014).

## ANEXO IV. GALERÍA FOTOGRÁFICA



Fotografía 1. Brigada de trabajo



Fotografía 2. Colocando jalones



Fotografía 3. Delimitando vértice con cinta de agua



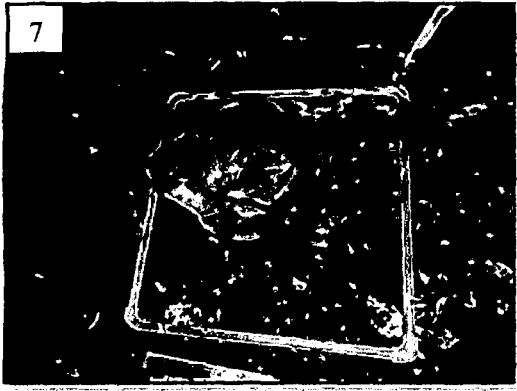
Fotografía 4. Delimitación de subparcela de 3x3m



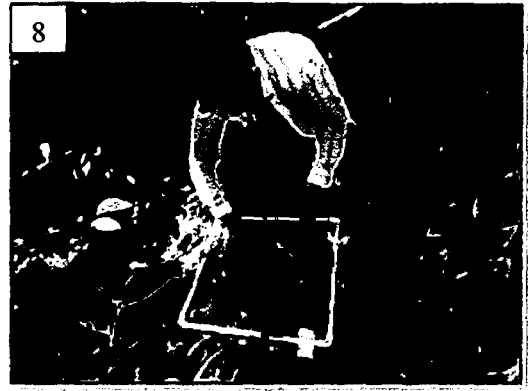
Fotografía 5. Ubicando el punto base de la parcela



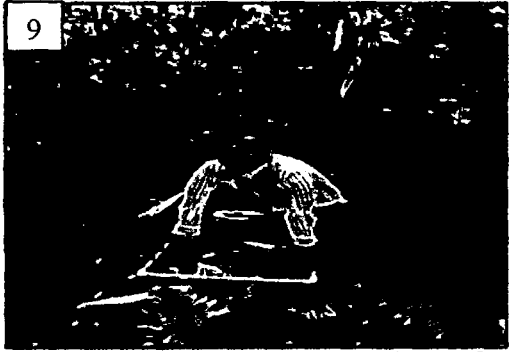
Fotografía 6. Preparando brinzales para el pesado



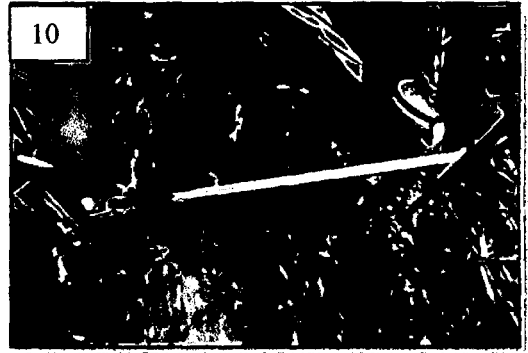
Fotografía 7. Parcela de recorte de hojarasca



Fotografía 8. Recolectando la hojarasca



Fotografía 9. Recolección de hojarasca



Fotografía 10. Medición de diámetro de madera muerta caída



Fotografía 12. Línea de evaluación de madera muerta caída



Fotografía 12. Madera muerta caída