

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN EL BOSQUE LATIFOLIADO DE LA
COMUNIDAD SE'TZOL, SIERRA SANTA CRUZ, LIVINGSTON, IZABAL,
GUATEMALA, C.A.**

ELEODORO ROGELIO KILCÁN NOGUERA

GUATEMALA, FEBRERO 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN EL BOSQUE LATIFOLIADO DE LA
COMUNIDAD SE'TZOL, SIERRA SANTA CRUZ, LIVINGSTON, IZABAL,
GUATEMALA, C.A.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

ELEODORO ROGELIO KILCÁN NOGUERA

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO**

EN

**RECURSOS NATURALES RENOVABLES
EN EL GRADO ACADEMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, FEBRERO 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR MAGNÍFICO

DR. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	Br. Ana Isabel Fion Ruiz
VOCAL QUINTO	Br. Luis Roberto Orellana López
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

GUATEMALA, FEBRERO 2013

Guatemala, febrero de 2013

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación: **"ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN EL BOSQUE LATIFOLIADO DE LA COMUNIDAD SE'TZOL, SIERRA SANTA CRUZ, LIVINGSTON, IZABAL, GUATEMALA, C.A."**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

ELEODORO ROGELIO KILCÁN NOGUERA

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Por ser mi guía en el camino de la vida y bendecirme con tan importante meta.

MIS PADRES

Eleodoro Kilcán Abalos y Zoila Petra Noguera Morales, pilares fundamentales en mi vida , gracias por sus múltiples esfuerzos y ejemplos de superación.

MIS HERMANAS

Eva Marily y Sandy Elissa, por estar siempre ahí en momentos buenos y malos.

PRIMOS Y SOBRINOS

Primos: Mario Roberto, Joselyn Melissa, Larissa Anabela y Sobrinos: Oscar Manuel, Marlón Amilcar y Erick Fernando. Por formar parte de mi familia, esperando que esta meta les sirva de ejemplo y que la superen.

A MI TIA

Anabela Kilcán Abalos, por sus momentos de alegría, compañía y apoyo.

A MI TIO

Abel (+) por su apoyo incondicional, sus consejos y por creer siempre en mí.

MI ABUELA

Susana Abalos (+), por el gran ejemplo de vida, de ayuda incondicional al prójimo, no importando las circunstancias.

MIS AMIGOS

Por su amistad, afecto, apoyo, tiempo y convivencia, esperando que esto jamás se termine.

TRABAJO DE GRADUACION QUE DEDICO

A:

DIOS

Por que todo lo que se realiza en esta vida, es gracias a la voluntad y misericordia del omnipotente.

MI PATRIA

Guatemala, esperando contribuir con granito de arena en el desarrollo de esta gran nación.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**

Prestigiosa alma mater comprometida con el pueblo de Guatemala, "Id y Enseñad a Todos".

FACULTAD DE AGRONOMIA

Por contribuir directamente al desarrollo rural del país y cada día estar más comprometida.

AGRADECIMIENTOS

A:

MIS ASESORES

Ing. Agr. Oscar Medinilla

Ing. Agr. César Linneo García

Ing. Agr. Walter Chávez

Por su valioso aporte en la realización de este documento, el cual tiene un gran aporte en mi formación académica.

FUNDAECO

Ing. Agr. Karén Aguilar, por la gran oportunidad de realizar el EPS en esta institución.

FUNDAECO SANTA CRUZ

Elder Pérez, Wilber Mata y Ramiro López, por su apoyo incondicional para la realización de este trabajo de graduación.

COMUNIDAD SE´TZOL

A todos los integrantes de la comunidad, por tan valioso apoyo en la elaboración de tan importante investigación.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE CUADROS	ix
RESUMEN GENERAL	xi

CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DE LA ZONA NUCLEO CHOCÓN NACIONAL Y LAS COMUNIDADES COLINDANTES, DEL ÁREA DE PROTECCIÓN ESPECIAL SIERRA SANTA CRUZ (APESSC), LIVINGTON, IZABAL, GUATEMALA, C.A.

	PÁGINA
1.1 PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1 Ubicación geográfica	3
1.2.2 Extensión.....	3
1.2.3 Vías de acceso	4
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 General.....	5
1.3.2 Específico	5
1.4 METODOLOGÍA	6
1.4.1 Determinación de las comunidades colindantes.....	6
1.4.2 Recopilación de información biofísica.....	6
1.4.3 Determinación de las características socioeconómicas.....	6
1.4.4 Análisis de la información	6
A. Identificación de problemas.....	6

	PÁGINA
B. Priorización de Problemas	7
C. Análisis de Soluciones	7
1.5 RESULTADOS	8
1.5.1 Características biofísicas	8
A. Clima.....	8
B. Zona de Vida	8
C. Flora	8
D. Fauna	9
E. Hidrología	10
F. Fisiografía	10
G. Geología.....	11
H. Suelos y tierras	11
1.5.2 Características socioeconómicas	13
A. Comunidades o centros poblados	13
B. Organización social	13
C. Actores Locales.....	14
D. Demografía	15
F. Tenencia de la Tierra.....	17
G. Infraestructura y servicios	18
1.5.3 Incentivos de la Zona Núcleo Chocón Nacional	19
1.5.4 Problemas identificados.....	19
A. Pérdida de cobertura boscosa	19
B. Construcción del proyecto carretero Franja Transversal del Norte	20
C. Límites de la zona núcleo	20

	PÁGINA
D. Competencia institucional.....	20
E. Falta de recursos para la protección.....	21
F. Aplicación de la legislación.....	21
1.5.5 Análisis de soluciones	22
1.5.6 Proyecto de investigación.....	23
1.5.7 Proyectos de servicios.....	23
1.6 CONCLUSIONES	24
1.7 RECOMENDACIONES.....	25
1.8 BIBLIOGRAFÍA	26

**CAPÍTULO II: ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN EL BOSQUE
LATIFOLIADO DE LA COMUNIDAD SE'TZOL, SIERRA SANTA CRUZ, LIVINGSTON,
IZABAL, GUATEMALA, C.A.**

	PÁGINA
2.1 PRESENTACIÓN.....	28
2.2 MARCO CONCEPTUAL.....	30
2.2.1 Gases de efecto invernadero (GEI)	30
2.2.2 Efecto invernadero y cambio climático	30
2.2.3 Importancia de los bosques.....	30
2.2.4 Reservorios de carbono en el bosque	31
2.2.5 Biomasa.....	31
2.2.6 Biomasa aérea.....	31
2.2.7 Biomasa en relación al diámetro.....	32
2.2.8 Estimación de las reservas de carbono forestal	32
2.2.9 Complejidad del los inventarios de GEI	32

	PÁGINA
2.2.10	Cuantificación de biomasa y carbono del bosque..... 32
2.2.11	Cuantificación directa 33
2.2.12	Cuantificación indirecta..... 33
2.2.13	Factor de conversión y expansión de biomasa (BCEF)..... 34
2.2.14	Dióxido de carbono equivalente..... 34
2.3	MARCO REFERENCIAL 35
2.3.1	Ubicación geográfica 35
2.3.2	Extensión..... 35
2.3.3	Vías de acceso 36
2.3.4	Características biofísicas..... 36
2.3.5	Investigaciones realizadas en Guatemala 38
2.4	OBJETIVOS..... 41
2.4.1	General..... 41
2.4.2	Específico 41
2.5	METODOLOGÍA 42
2.5.1	Etapa 1: Actividades Preliminares 42
A.	Selección del área de estudio..... 42
B.	Delimitación del bosque..... 42
C.	Diseño del inventario 43
D.	Material y equipo 45
2.5.2	Etapa 2: Registro y recolección de datos de campo..... 45
A.	Establecimiento de parcelas en el campo 45
B.	Registro de información..... 46
C.	Variables de medición 46

	PÁGINA
D. Etiquetado de árboles.....	47
2.5.3 Etapa 3: Análisis de laboratorio	47
A. Secado de las muestras	47
2.5.4 Etapa 4: Procesamiento y presentación de la información	47
A. Cálculo de volumen de árboles (DAP>10cm).....	47
B. Cálculo de volumen de árboles y arbustos (DAP 2-9.9 cm)	48
C. Estimación de biomasa.....	48
D. Estimación de la reserva de carbono.....	50
E. Estimación de dióxido carbono equivalente.....	51
F. Análisis estadístico del muestreo	51
2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	53
2.6.1 Biomasa aérea del bosque	53
2.6.2 Reserva de carbono de la biomasa aérea	54
2.6.3 Dióxido de carbono equivalente.....	55
2.6.4 Análisis estadístico	56
A. Media aritmética	56
B. Límites de confianza.....	56
C. Desviación estándar	56
D. Coeficiente de variación	56
E. Error estándar.....	56
F. Error de muestreo.....	56
2.7 CONCLUSIONES	58
2.8 RECOMENDACIONES	59
2.9 BIBLIOGRAFÍA	60

	PÁGINA
2.10 ANEXOS	62

CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS

3.1 PRESENTACIÓN.....	75
------------------------------	-----------

SERVICIO 1: SOCIALIZACIÓN DE LA INICIATIVA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES POR DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN (REDD+) FORESTAL, EN LAS COMUNIDADES DE SIERRA SANTA CRUZ, LIVINGSTON, IZABAL.

	PÁGINA
3.2.1 Objetivos.....	76
A. General	76
B. Específico	76
3.2.2 Metodología	76
A. Reunión de dirigentes comunitarios	76
B. Reuniones comunitarias	77
3.2.3 Resultados.....	78
A. Comunidades participantes en la reunión de dirigentes comunitarios	78
B. Comunidades visitadas en las reuniones comunitarias	79
3.2.4 Evaluación	80

SERVICIO 2: GENERACIÓN DEL LISTADO TÉCNICO BILINGÜE Q'EQCHI-CASTELLANO DE ESPECIES ARBÓREAS EXISTENTES EN LA COMUNIDAD DE SE'TZOL, SIERRA SANTA CRUZ, LIVINGSTON, IZABAL.

3.3.1 Objetivos.....	80
A. General.....	80
B. Específico	80

	PÁGINA
3.3.2 Metodología.....	80
3.3.3 Resultados.....	81
A. Listado bilingüe de especies.....	81
3.3.4 Evaluación	83

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.1.	Ubicación geográfica de la zona núcleo Chocón Nacional	3
1.2.	Estructura organizativa de las asociaciones	14
1.3.	Distribución de la densidad poblacional	16
1.4.	Forma de tenencia de la tierra de las comunidades	18
2.5.	Ubicación geográfica del área de estudio	35
2.6A.	Forma y áreas de las parcelas	70
2.7A.	Distribución de la cobertura forestal	71
2.8A.	Distribución de parcelas de muestreo	72
2.9A.	Distribución del carbono en el bosque	73
3.10.	Reunión con los dirigentes comunitarios	78
3.11.	Reuniones comunitarias	79

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.1.	Series de suelos y características básicas	11
1.2.	Distribución demográfica de las comunidades	15
1.3.	Densidad poblacional por comunidad	16
1.4.	Comunidades y la distribución de la tenencia de la tierra	17
1.5.	Priorización de problemas	21
1.6.	Planteamiento y análisis de soluciones	22
2.7.	Carbono fijado en los bosques latifoliados y mixtos	39
2.8.	Carbono fijado bosque latifoliado de la Reserva de la Biosfera Maya	40
2.9.	Densidades de carbono por tipo de bosque, para el norte de Petén	40
2.10.	Resumen de modelos estadísticos y descripción de variables	52
2.11.	Valores de biomasa aérea del bosque	53
2.12.	Valores de reservas de carbono	54
2.13.	Distribución del dióxido de carbono equivalente	55
2.14.	Resumen de valores de análisis estadístico	57
2.15A.	Coordenadas de los puntos de muestreo	62
2.16A.	Valores de biomasa, carbono y dióxido de carbono equivalente, estimados por parcelas y por hectárea (DAP<2cm).	63
2.17A.	Valores de biomasa, carbono y dióxido de carbono equivalente, estimados por parcela y por hectárea (DAP de 2cm a 9.9cm).	63
2.18A.	Valores estimados de biomasa, carbono y dióxido de carbono equivalente, por parcela y por hectárea (DAP >10cm).	64
2.19A.	Valores totales estimados de biomasa, carbono y dióxido de carbono equivalente, por parcela y por hectárea.	65
2.20A.	Boleta de registro de datos de campo.	66
2.21A.	Boleta de datos para muestras.	66
2.22A.	Tabla de factores de conversión y expansión (BCEF).	66

		PÁGINA
2.23A.	Beneficios y limitaciones de los métodos disponibles para estimar las reservas de carbono forestal a nivel nacional.	68
3.24.	Programa de la presentación	77
3.25.	Programa de comunidades a visitar	79
3.26.	Listado bilingüe de especies	81

TRABAJO DE GRADUACIÓN

ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN EL BOSQUE LATIFOLIADO DE LA COMUNIDAD SE'TZOL, SIERRA SANTA CRUZ, LIVINGSTON, IZABAL, GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

Las comunidades que rodean la zona núcleo están estrechamente relacionadas con recursos naturales. Donde la realización de un diagnóstico en la Zona Núcleo Chocón Nacional y las áreas de conservación de las comunidades de Sepac, Se'tzol, Maguila, Saquitzul y Nueva las Tortugas, nos permitió conocer la problemática de la zona, en la conservación y protección de los recursos naturales del área.

El documento diagnóstico recaba información biofísica del área y características socioeconómicas de las comunidades, con el fin de identificar problemas y aplicar posibles soluciones que mitiguen o resuelvan el problema que amenaza la conservación de los recursos naturales del área.

Partiendo del diagnóstico se formuló y ejecutó el plan de servicios, y el proyecto de investigación, como parte del Ejercicio Profesional Supervisado, de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables.

Actualmente en el mundo la presión sobre los recursos naturales, especialmente en la cobertura de los bosques es muy alta, en Sierra Santa Cruz estos están siendo amenazados por el cambio de uso de la tierra, lo que ha provocado que la deforestación amenace su existencia.

La Fundación para el Eco Desarrollo y la Conservación (FUNDAECO), quien se encarga de la coadministración del área, ha planteado la propuesta de implementación de un proyecto de reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal (REDD), para la región sub nacional del Caribe, con la cual se pretende gestionar recursos económicos, a través de la comercialización de créditos de carbono en el mercado internacional, donde las comunidades del área, se podrán beneficiar de los recursos económicos, a cambio de la protección y conservación de sus áreas de bosque.

El establecimiento de una línea base, es el punto de partida para el monitoreo del cambio en el aumento y disminución de la emisiones del área, por deforestación y degradación del bosque, lo que hace que sea necesario estimar las reservas de carbono de los bosques del área.

Partiendo de la necesidad de estimar las reservas de carbono del bosque del área, se realizó el trabajo de investigación titulado “Estimación de carbono almacenado en el bosque latifoliado de la comunidad Se’tzol, Sierra Santa Cruz, Livingston, Izabal”, con el objetivo de generar: datos de los bosques de la región, valores que puedan ser utilizados como parámetros de comparación, una metodología aplicada in situ y que los valores generados puedan ser utilizados para el establecimiento de la línea base del proyecto.

La densidad promedio estimada de carbono almacenado en la biomasa aérea, fue de 178.67 toneladas por hectárea, con una reserva total del bosque estudiado de 31,953.34 toneladas de carbono, en una extensión de 178.84 hectáreas.

La implementación de un proyecto de reducción de emisiones por deforestación y degradación de los recursos forestales (REDD⁺), donde la conservación forestal y el desarrollo comunitario van de la mano, hace necesario que las comunidades conozcan el proyecto.

Como parte de la divulgación de la iniciativa del proyecto, fue necesario socializar la información del proyecto. Por el gran número de comunidades se apoyo esta actividad como el primer servicio del ejercicio profesional.

El segundo servicio consistió en la generación de un listado bilingüe de especies arbóreas, el cual surge de la necesidad de conocer los nombres en castellano y posteriormente su clasificación taxonómica. Los nombres generados en el campo durante la investigación de Estimación del carbono almacenado en la comunidad Se’tzol, fueron recabados en idioma q’eqchi.

Esta lista de especies viene a ser una herramienta de apoyo al equipo técnico, en posteriores trabajos de investigación.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO

DIAGNÓSTICO DE LA ZONA NUCLEO CHOCÓN NACIONAL Y LAS COMUNIDADES COLINDANTES, DEL AREA DE PROTECCIÓN ESPECIAL SIERRA SANTA CRUZ (APESSC), LIVINGTON, IZABAL, GUATEMALA, C.A.

1.1 PRESENTACIÓN

El Área de Protección Especial Sierra Santa Cruz, esta dividida en tres distritos; Cerro 1,019, Jalaute y Chocón Nacional, cada distrito cuenta con su zona núcleo. La finca Chocón Nacional, pertenece a la Fundación para el Eco desarrollo y la Conservación (FUNDAECO), dentro de esta finca hay asentadas varias comunidades quienes co-administran con instituciones gubernamentales y no gubernamentales.

La zona núcleo del distrito Chocón Nacional se encuentra en la parte norte de la sierra, limitando con el departamento de Alta Verapaz e Izabal. Esta zona está definida por su densidad boscosa, su alta diversidad biológica y sus nacimientos de agua. Esta área tiene como objetivo principal la preservación del ambiente natural y la conservación de la biodiversidad. Por lo tanto en estas áreas es prohibido cazar, capturar y realizar cualquier acto que disturbe o lesione la vida o integridad de la fauna silvestre, así como cortar, extraer o destruir cualquier espécimen de flora silvestre, excepto por motivos técnicos de manejo que sean necesarios para asegurar su conservación. (Lemus 2010).

Las comunidades que rodean la zona núcleo están estrechamente relacionadas con su conservación. Donde la realización de un diagnóstico en la Zona Núcleo Chocón Nacional y las áreas de conservación de la comunidades de Sepac, Se'tzol, Maguila, Saquitzul y Nueva las Tortugas, nos permitió conocer la problemática del la zona, en la conservación y protección de los recursos naturales del área.

El documento diagnóstico recaba información biofísica del área y características socioeconómicas de las comunidades, con el fin de identificar problemas y aplicar posibles soluciones que mitiguen o resuelvan el problema, que amenace la conservación de los recursos naturales de esta área.

Partiendo del diagnóstico se formuló y ejecutó el plan de servicios, y el proyecto de investigación, como parte del Ejercicio Profesional Supervisado, de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Ubicación geográfica

Las montañas de Sierra Santa Cruz están localizadas al Nor-Este de la República de Guatemala, al Norte del Lago de Izabal en el Municipio de Livingston, Departamento de Izabal. La parte más alta de la sierra se encuentra en una cima de 1,210 msnm a 15°37'53" Latitud Norte y 89°22'32" Longitud Oeste. (IGN 1978).

Las comunidades colindantes a la Zona Núcleo Chocón Nacional son: Se'tzol en la parte Norte de la zona, Sepac al Nor-Oeste, Saquitzul al Sur-Oeste, Nueva las Tortugas al Sur y Maguil al Sur-Este de la zona núcleo.

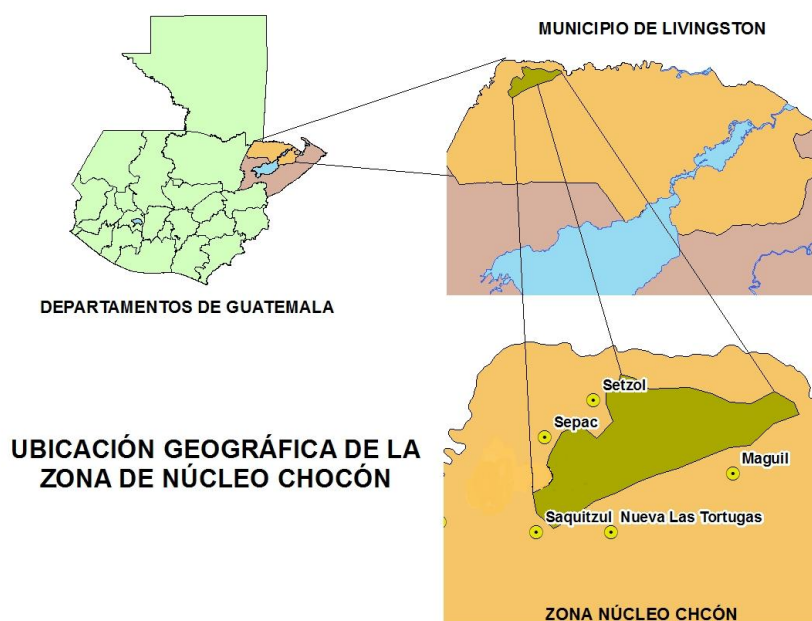


Figura 1.1 Ubicación geográfica de la zona núcleo Chocón Nacional

1.2.2 Extensión

El Distrito Chocón Nacional es de 15,782.80 hectáreas, donde la Zona Núcleo Chocón Nacional, cuenta con un área de 3,942 hectáreas que representa el 24.97 % del área total del distrito, esta zona se encuentra en la parte norte de Sierra Santa Cruz.

El área que ocupan las comunidades y fincas dentro del distrito son 11,840.8 hectáreas que representa el 75.03 % del área total del distrito.

1.2.3 Vías de acceso

Las principales vías de acceso a Sierra Santa Cruz es la carretera asfaltada CA-13 que conecta Fronteras, Rio Dulce (población de importancia económica y administrativa), del municipio de Livingston, Izabal a 18 Km con el departamento de Petén (IGN 2000).

Hacia el norte a 25 km de Fronteras Rio Dulce siguiendo la carretera CA-13 se encuentra la aldea Semox, virando al Oeste se entra al distrito Jalaute por donde tiene el acceso las comunidades de Saquitzul y Nuevas las tortugas que pertenecen al distrito Chocón Nacional, que colindan a la zona núcleo.

En el Kilometro 32 llegado a la aldea Modesto Méndez, se vira a la izquierda, tomando la carretera Franja Transversal del Norte (FTN), la cual nos conduce al distrito Chocón Nacional (Lemus 2010). Donde esta el acceso a las demás comunidades que colindan a la zona núcleo, las comunidades de Se'tzol, Sepac y Maguila.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

- Realizar un diagnóstico de reconocimiento de la Zona Núcleo Chocón Nacional y sus comunidades colindantes que pertenezcan al Área de Protección Especial, Sierra Santa Cruz.

1.3.2 Específico

1. Recopilar información de las características biofísicas del área.
2. Determinar las características socioeconómicas de las comunidades.
3. Identificar y priorizar los problemas que amenacen la conservación de los bosques del área.

1.4 METODOLOGÍA

1.4.1 Determinación de las comunidades colindantes

Se determinó que comunidades colindan a la zona núcleo, basado en la información digital generada por la unidad de sistemas de información geográfica de la fundación. Con la consulta del mapa base del distrito Chocón Nacional del Área de Protección Especial Sierra Santa Cruz.

1.4.2 Recopilación de información biofísica

Las características biofísicas se obtuvieron a través de compilación de información documentada, en diagnósticos, investigaciones, estudios y planes de manejo, realizados anteriormente en el área.

1.4.3 Determinación de las características socioeconómicas.

Las características socioeconómicas se obtuvieron consultando distintas fuentes de información como:

- Censos de los consejos comunitarios de desarrollo (COCODE).
- Expedientes de adjudicación y en trámite de adjudicación.

1.4.4 Análisis de la información

A. Identificación de problemas

Los problemas identificados, fueron aquellos que amenazaran la conservación de los bosques del área.

La identificación de problemas fue realizada de la siguiente manera:

- Atreves de entrevistas a los dirigentes de las comunidades.
- Desde el punto de vista institucional, entrevistas al coordinador y técnicos de FUNDAECO.
- De acuerdo a la revisión documental y análisis de documentos e información existente y generada.

Las entrevistas realizadas fueron abiertas no estructuradas.

B. Priorización de Problemas

Los problemas identificados fueron priorizados, contemplando el plazo en que se deben abordar, como: largo (un plazo mayor a 2 años), mediano (entre 1 a 2 años) y corto plazo (0 a 12 meses). Además se priorizo la amenaza que tenga ese problema sobre la conservación como: baja, media y alta amenaza para la conservación del bosque.

C. Análisis de Soluciones

Derivado de la priorización de problemas, se propusieron posibles soluciones que pudieran resolver la problemática parcial o totalmente.

El análisis de soluciones, se llevo acabo tomando en cuenta la disponibilidad de tiempo y recursos; económico, humano y materiales, y los intereses institucionales. Partiendo de este análisis se formuló el plan de servicios así como el tema de investigación a desarrollar.

1.5 RESULTADOS

1.5.1 Características biofísicas

A. Clima

Las condiciones climáticas son variables debido a la altura sobre el nivel del mar y la posición que ocupa la Sierra Santa Cruz respecto de las direcciones en que soplan los vientos alisios provenientes del Nor-Este, desde el Mar Caribe. Los vientos presentan dirección predominante de Nor-Este a Sur-Oeste y una velocidad media de aproximadamente 70 kilómetros por hora. Según el sistema de clasificación climatológica de Thornthwaite, Sierra Santa Cruz tiene un clima cálido muy húmedo, con estación seca de carácter bimodal que aproximadamente se registra entre febrero y mayo, y entre agosto y septiembre. La temperatura media anual es aproximadamente 25 grados Celsius (°C), la precipitación media anual oscila entre los 2,000-3,000 milímetros y el promedio anual de humedad relativa es de 70% (Barrios 1996, Leiva y Quinteros 1999).

B. Zona de Vida

Basado en el Sistema de Holdridge, el distrito Chocón Nacional está en la zona de vida de bosque muy húmedo subtropical cálido (Bmh-S(c)), presentando precipitaciones que oscilan entre 1,587 a 2,066 milímetros por año, biotemperaturas entre 21 a 25 grados Celsius (°C) y la evapotranspiración potencial que se estima en 0.45.

La elevación varía entre los 80 a los 1600 metros sobre el nivel del mar (Lemus 2010).

Algunas de las especies indicadoras en la sierra, típicas de la zona de vida son: Corozo (*Orbinya cohune*), Naranja (*Terminalia amazonia*), Ramón (*Brosimum alicastrum*), Palo de Sangre (*Virola sp.*), Guarumo (*Cecropia peltata*), Ceiba (*Ceiba pentandra*) y San Juan (*Vochysia hondurensis*), entre otras (Lemus 2010).

C. Flora

El bosque maduro se encuentra estratificado en cuatro niveles: a) dosel superior (árboles de 35-50 metros de altura) representados por especies como Chicozapote (*Achras zapota*) y Santa María (*Calophyllum brasiliense*); b) árboles co-dominantes (altura media de 20-30

metros), con especies como el Cojón de Coche (*Stemmadenia sp.*) y Tucuy (*Pithecolobium lanceolatum*); c) arbustos y abundantes palmas como la Ternera (*Euterpe macrospadix*), Lancetillo (*Astrocarium mexicanus*), Ixcanal (*Acacia hindisii*), Pacayas y Xates (*Chamaedorea sp.*); y d) estrato de las hierbas, el cual es más variado al reducirse la altitud, se encuentran especies de Helechos, Aráceas, Peperomias y Epifitas (Barrios 1996).

Los charrales o guamiles se caracterizan por un tipo de vegetación arbustiva en donde el Tambor (*Ochroma lagopus*) se presenta como especies arbórea primaria. Los charrales cumplen con la función de proporcionar leña. Dentro de las áreas de charrales y en los cultivos, siempre se encuentra Corozo (*Orbygnia cohune*) (Barrios 1996)..

D. Fauna

En la SSC todavía se pueden encontrar mamíferos como los osos colmeneros (*Tamandua tetradáctila*), miquitos de oro (*Cíclopes didactylus*), mono saraguato (*Alouata Pigra*), armadillos (*Dasybus novemcinctus*), puerco espines (*Coendu mexicanus*), coyotes (*Canis latrans*), mapaches (*Procyon lotor*), puma (*Felis concolor*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y dantas (*Tapirus bairdii*) (Barrios 1996, Leiva y Quinteros 1999).

El grupo de anfibios y reptiles es bastante diverso en el área. Según reportes de Acevedo (1998), el área cuenta con 34 especies de anfibios (4 especies de salamandras y 30 de ranas y sapos) y 70 de reptiles (4 especies de tortugas, 24 de lagartijas y 42 de serpientes), siendo estas una pequeña fracción de lo que realmente existe, puesto que el área ha sido escasamente estudiada. Entre las especies más comunes de anfibios en el área se encuentran las ranitas cristal (*Hylinobatrachium fleiscmanni*), salamandras (*Bolitoglossa rufescens*, *B. mexicana*), ranas de lluvia (*Eleutherodactylus chac*) y sapos (*Bufo valliceps* y *B. campbelli*). Al igual que los anfibios, todas las especies de reptiles se encuentran en lista roja de animales amenazados en Guatemala.

Entre las especies más comunes de reptiles encontradas en el áreas están: lagartijas (*Sphenomorphus cherriei*, *Lepidophima hayae*, *Norops uniformis* y *N. capito*); culebras, donde las no venenosas son *Coniophanes fissdens*, *Dryadophys melanolomus*, *Imatodes cenchoa* y *Drymobius mergeritiferus*; y las venenosas están la Barba Amarilla (*Bothrops*

asper); Mano de Piedra (*Atropoides nummifer*); Bajnel, (*Porthidium nasutum*) y corales (*Micrurus hippocrepis* y *M. diastema*).

La avifauna es el grupo animal más abundante, en el cual predominan los paserinos de bosque. Además, el sistema cumple una función primordial como estación para aves migratorias. Cerezo y Ramírez (2005) confirmaron 30 especies de aves migratorias y una de ellas (*Dendroica chrysoparia*) es vulnerable de desaparecer, a nivel mundial (Arrecís 2006).

E. Hidrología

Todas las corrientes nacidas en el macizo pertenecen a la vertiente hidrológica del Mar Caribe; sin embargo, su cumbre es una línea divisoria de agua, que alimentan los ríos de la cuenca del río Sarstún (Leiva y Quinteros 1999).

Los ríos que alimentan la cuenca Sarstún son: Ciénaga, Chacalté, Semanzana, Franco y Moxelá (Leiva y Quinteros, 1999).

F. Fisiografía

Dentro de la superficie de Sierra Santa Cruz existe una gran variación en cuanto a la altura sobre el nivel del mar con respecto a la distancia horizontal, lo cual provoca una amplitud en rangos de pendientes.

El análisis fisiográfico de Sierra Santa Cruz, de la Zona núcleo Chocón Nacional esta en zona montañosa y quebrada, perteneciente a la provincia fisiográfica, de las tierras altas sedimentarias, caracterizadas por la presencia de rocas calizas y serpentinitas. Este paisaje es kárstico con sustrato calcáreo, presenta alta disponibilidad de agua y relieve empinado que se evidencia en la existencia de sumideros, grutas y manantiales (Barrios 1996).

Las regiones naturales en donde esta distribuida la Zona Núcleo Chocón Nacional y las comunidades colindantes son dos:

a. Tierras calizas altas del norte

Presentes en la parte Sur Este del Distrito Chocón Nacional, en esta región se incluyen tierras calizas que se encuentran en una cota mayor a los 600 metros sobre el nivel del

mar. Dentro de las áreas importantes de estas zonas están las montañas de los Cuchumatanes, dentro del sistema orográfico, la Sierra de Chuacús y las montañas de Santa Cruz (Lemus 2010).

b. Tierras calizas bajas del norte

En esta región geológicamente predominan las rocas carbonáticas pertenecientes a las formaciones Cobán, Ixcoy, Campur, Sierra Madre y Grupo Yojoa (Lemus 2010).

G. Geología

La geología presente, son rocas sedimentarias (KTs), originarias del periodo Cretáceo-Terciario, esta unidad marca el comienzo de una transición de deposición también netamente marina a una de agua salobre y dulce. Existen también rocas de tipo sedimentaria (Ksd), propias del periodo cretácico, posee carbonatos neocomiano-camapanianos, presentes en la zona de las Verapaces limitando con el departamento de Izabal (Lemus 2010).

H. Suelos y tierras

Según Simmons, Tarano y Pinto (1,959), las series de suelo presentes en la zona son las series Chacalte (Cha), Chacón (Ch) y Sarstún (Sr) (Lemus 2010).

Las características básicas de las series de suelos presentes son:

Cuadro 1.1 Series de suelos y características básicas

Serie	Material Originario	Profundidad	Relieve	Textura	Drenaje
Chacalte (Cha)	Caliza	< 50 cm	Inclinado >50%	Arcillosa	Bueno
Chocón (Ch)	Sedimentos marinos	10-20 cm	Casi Planos	Franco-Arcillosa	Moderado
Sarstún (Sr)	Caliza y aluviones de esquistos arcillosos	-----	Plano a suavemente ondulado	Arcillosa	Mal Drenaje

Fuente: Lemus 2010

a. Profundidad efectiva del suelo

Las profundidades de suelos en el área de estudio varían dentro de 20-50 cm de profundidad para las laderas inclinadas. Y profundidades entre 50-90 centímetros, estos suelos pueden encontrarse principalmente en zonas con pendientes medias, usualmente con cobertura boscosa, estos suelos suelen ser fértiles y profundos, pero no tienen capacidad de ser utilizados para uso agrícola (Lemus 2010).

b. Capacidad de uso de la tierra

La capacidad de uso de las tierras son: forestal de protección, forestal de producción y agricultura sin limitaciones.

La Zona Núcleo Chocón Nacional está clasificada como forestal de protección toda el área. Las tierras clasificadas en esta clase, tienen como objetivo preservar el ambiente natural, conservar la biodiversidad, así como las fuentes de agua. Pueden ser utilizadas como centros de investigación científicos y zonas eco turísticas en ciertos sitios que llenen los requisitos para ello (Lemus 2010).

c. Intensidad de uso de la tierra

Según el análisis del área la intensidad de uso de la tierra, la mayor área está siendo utilizada a capacidad o uso correcto. Estas áreas son donde el uso en la actualidad es igual al que está apto para soportar. Las tierras con esta categoría están representadas por los bosques latifoliados (Lemus 2010).

El resto del área está siendo sobre utilizada. En estas tierras la intensidad de uso actual es superior a la capacidad de uso de las mismas. Esta característica está principalmente identificada en las zonas ganaderas (Lemus 2010).

d. Cobertura vegetal y uso de la tierra

Antiguamente el Área de Protección Especial Sierra Santa Cruz (APESSC) estuvo cubierto por un denso bosque latifoliado. En dicha área históricamente han estado asentadas comunidades, las cuales obtienen de ésta, recursos para sobrevivir, lo que ha repercutido en la disminución de la cobertura boscosa.

Una de las actividades que representa la mayor amenaza, en la reducción de la masa boscosa, es el cambio de uso de las tierras habilitadas principalmente para la agricultura, la ganadería (áreas extensas) y el establecimiento de áreas para viviendas. El aprovechamiento forestal dentro de los bosques ha modificado su estado original, porque con el fin de utilizarlo para la construcción de viviendas y/o la venta de madera. Algunas de las maderas aprovechadas son Chicozapote (*Manilkara Zapota*), Cedro (*Cedrela odorata*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), etc (Lemus 2010).

Las categorías de cobertura de la tierra que se encuentran en la zona núcleo y sus comunidades colindantes están:

- Bosque latifoliado que está distribuido dentro de toda el área, pero principalmente en la zona núcleo.
- Cultivos agrícolas en las comunidades colindantes a la zona, donde predominan los cultivos limpios de maíz y frijol, obteniendo poca producción por la calidad del suelo. Estas áreas están principalmente establecidas en planadas, faldas de cerros en donde la agricultura puede ser más rentable (Lemus 2010).
- Pastos, estas áreas están establecidas en zonas relativamente planas, en donde existe acceso para la introducción de animales (Lemus 2010).
- Poblados, los poblados presentes en la zona núcleo, son las comunidades asentadas en las fincas colindantes, los poblados colindantes existentes son: Sepac, Saquitzul, Nueva Las Tortugas y Maguila.

1.5.2 Características socioeconómicas

A. Comunidades o centros poblados

Las comunidades que colindan al área de Zona núcleo Chocón Nacional, están nombradas de acuerdo al nombre de las fincas en donde se encuentran asentadas. Las cuales son: Se'tzol, Sepac, Saquitzul, Nueva las Tortugas y Maguila.

B. Organización social

Las comunidades están principalmente organizadas en COCODES (Concejo Comunitario de Desarrollo), quien tiene representación legal de la comunidad, esta organización es a

nivel comunitario. Pero a nivel de distrito existe la asociación Aj Ilol K'iche' que cuenta actualmente con una asamblea de veinte comunidades miembros, una junta directiva y comisiones internas.

Asociación Aj Ilol K'iche' es la encargada de velar por los derechos de las comunidades y promover el desarrollo de sus comunidades, ante las instituciones y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales.

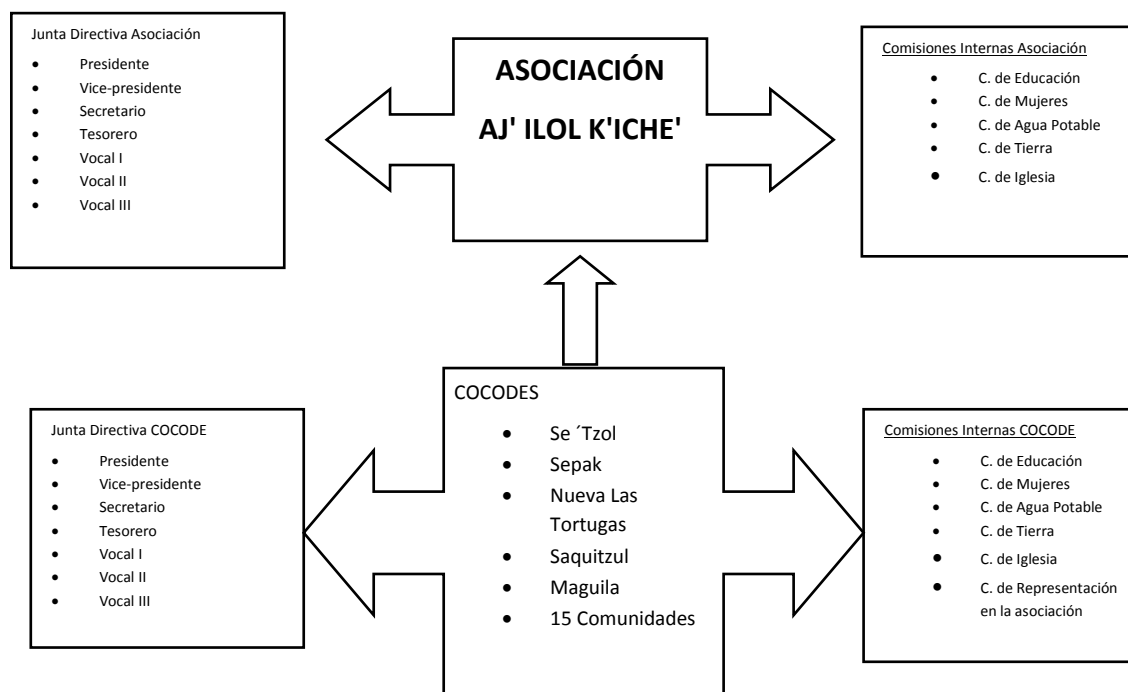


Figura 1.2 Estructura organizativa de las asociaciones

C. Actores Locales

Es este apartado se presenta un listado de las instituciones presentes o involucradas con las comunidades colindantes y la coadministración de la Zona Núcleo Chocón Nacional, entre gubernamentales y no gubernamentales.

1. Fundación para el Eco desarrollo y la Conservación (FUNDAECO)
2. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)
3. Dirección de Protección a la Naturaleza (DIPRONA) de la Policía Nacional Civil
4. Ministerio de Educación (MINEDUC)
5. Municipalidad de Livingston Izabal

6. Instituto Nacional de Bosques (INAB)
7. Programa de Gestión Ambiental Local (PROGAL)
8. Proyecto JADE
9. Fondo Nacional para la Conservación (FONACOM)
10. Asociación de Comunidades Aj 'IloI K'iche'
11. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS)

D. Demografía

De acuerdo al plan estratégico de la asociación la población existente en las comunidades, en número de familia y número de habitantes es:

Cuadro 1.2 Distribución demográfica de las comunidades

COMUNIDAD	No. De Familias	No. De Integrantes	Promedio de Integrantes/Fam.
SEPAC	16	103	6
SAQUITZUL	20	145	7
NUEVA LAS TORTUGAS	20	115	6
SE'TZOL	16	105	6
MAGUILA	12	100	6
TOTAL	72	468	6

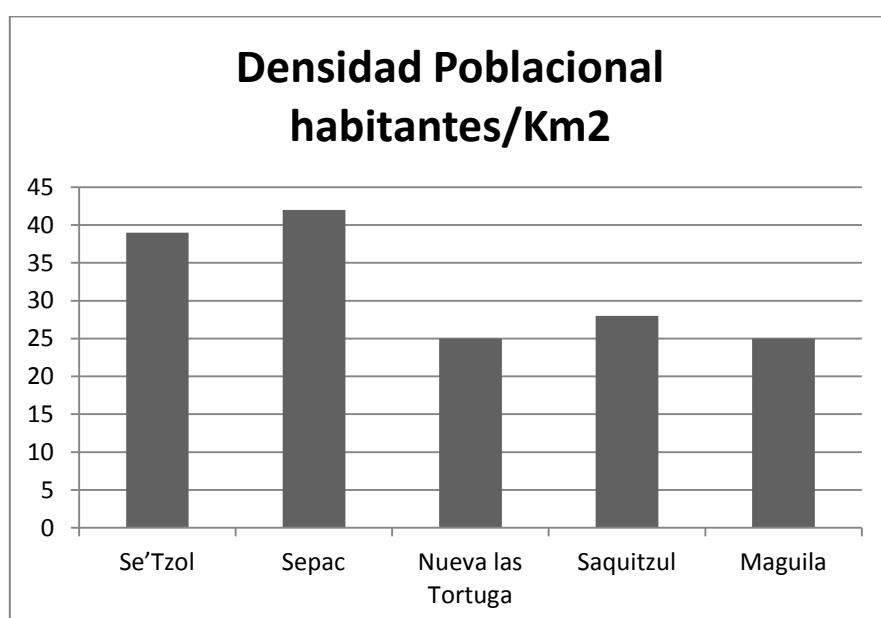
E. Densidad Poblacional

El área de las comunidades colindantes es de 18.74 km², esta área corresponde a la adjudicación del Fondo de Tierras, con una población de 468 habitantes, con una densidad poblacional de 25 Habitantes/ Km². La distribución de las densidades poblacionales por comunidad está de la siguiente manera:

Cuadro 1.3 Densidad poblacional por comunidad

Comunidad	Densidad Poblacional habitantes/Km ²
Se'Tzol	39
Sepac	42
Nueva las Tortuga	25
Saquitzul	28
Maguila	25

Fuente: Lemus 2010

**Figura 1.3** Distribución de la densidad poblacional

Esta densidad no toma en cuenta las áreas que poseen las comunidades dadas por medio de usufructo, por lo que no es el área total de manejo de las comunidades. Solo para la comunidades Se'tzol y Maguila, se calculo la densidad de acuerdo al área total de el terreno de la comunidad.

F. Tenencia de la Tierra

a. Formas de Tenencia

Según los procesos de legalización y adjudicación, la tierra esta distribuida de la siguiente forma:

- Privada: son las áreas que pertenecen legalmente a las comunidades.
- Usufructo: Como su nombre lo indica, están dadas por el propietario de la finca Chocón Nacional, propiedad de FUNDAECO.
- Ocupada: Las áreas de algunas comunidades que se encuentran en proceso de adjudicación.

Cuadro 1.4 Comunidades y la distribución de la tenencia de la tierra

Localización	Área en hectáreas	Tenencia	Usufructo
Z. N. Chocón Nacional	3,942	Privada	0
Se 'tzol	264	Ocupada	0
Sepac	244	Privada	591.81
Saquitzul	517.28	Privada	1,125.77
Maguila	395.9	Ocupada	0
Nueva las Tortuga	452.74	Privada	684.95
Total	5815.92		2,402.53

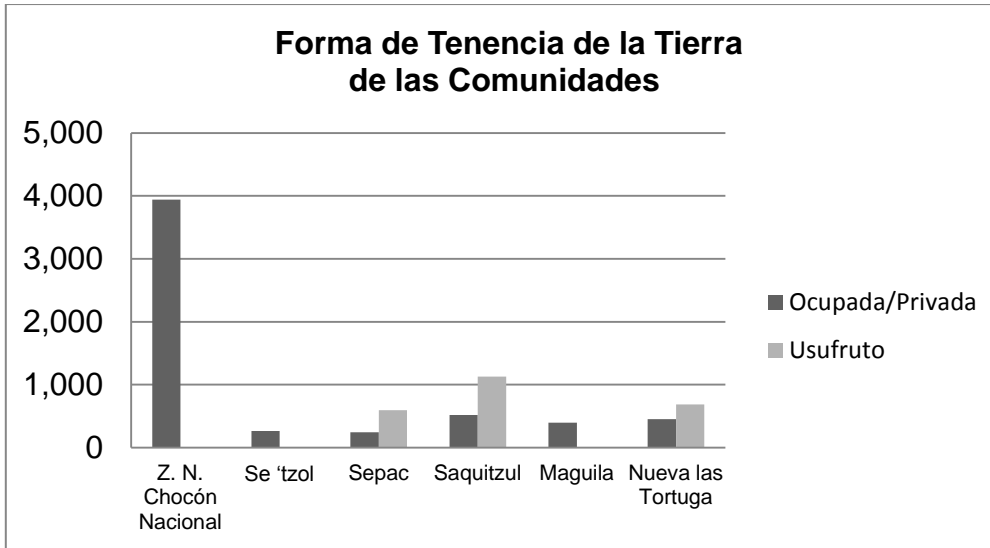


Figura 1.4 Forma de tenencia de la tierra de las comunidades

G. Infraestructura y servicios

a. Centros o Puestos de Salud

Dentro de las comunidades estudiadas no se cuenta con ningún centro o puesto de salud solo se cuenta con comadronas, promotores de salud, que son personas que atienden eventualmente las emergencias que puedan surgir y prevención de enfermedades. Esto obliga a que las personas de la comunidad tengan que viajar frecuentemente a los centros de salud más cercana.

Para la comunidad Se'tzol y Sepac, el centro de salud mas cercano es el de la comunidad Chinacadenas; las comunidades Saquitzul y Nueva las tortugas, el centro de salud más accesible es el de la comunidad Guitarra. La comunidad de Maguila su centro de salud mas cercano es el de la comunidad Chocón.

b. Escuelas

Las escuelas de las comunidades son de nivel primario, los estudiantes que desean seguir estudiando nivel básico, deben trasladarse a las comunidades de Guitarras y Paracaidistas.

Las comunidades que cuentan con escuela de nivel primario son: Sepac, Saquitzul, Maguila y Nueva las Tortugas. La comunidad Se'tzol no cuenta con escuela por lo que los estudiantes tienen que trasladarse a la comunidad de Chinacadenas.

1.5.3 Incentivos de la Zona Núcleo Chocón Nacional

La Zona núcleo chocón Nacional se encuentra en la finca del mismo nombre, registrada ante la Propiedad Inmueble No. 196, Folio: 196, Libro 53 del departamento de Izabal. La extensión de la zona es de 3,942.35 hectáreas incentivada por el programa de incentivos forestales, en bosques de protección.

Actualmente el área cuenta con un expediente en trámite para que el área se declare como Reserva Nacional Privada, ante la asociación nacional de reservas privadas de Guatemala. Esto le daría un mejor estatus de protección para la zona.

1.5.4 Problemas identificados

Los problemas identificados que atentan contra la conservación de los bosques del área, siguiendo la metodología descrita anteriormente son:

A. Pérdida de cobertura boscosa

La pérdida de la cobertura boscosa, es la amenaza principal, al objetivo de protección y conservación de los bosques y la biodiversidad de estas áreas, entre las principales causas están:

a. Avance de la frontera agrícola

La habilitación de áreas dentro de los bosques de conservación, ha causado un gran impacto y ha reducido grandemente el área de bosque. Las actividades implementadas en estas áreas son principalmente el cultivo de granos básicos y cultivos permanentes como el hule y la palma africana.

La zona núcleo por ser muy extensa y por ser bosque de conservación, muchas personas tienden a pensar que esta área no tiene dueño, por lo que ocupan áreas sin permiso, asiendo que áreas que anteriormente tenían bosque hoy sean trabajaderos, de no controlarse esta situación el bosque que se conserva actualmente, tiende a desaparecer.

b. Aprovechamiento ilegal de los recursos

Este problema ha causado que varias especies de flora y fauna se vean amenazadas, por la casería y la tala ilegal, en los bosques de protección que cuenta con una gran biodiversidad, lo que la hace susceptible a estas actividades ilegales.

B. Construcción del proyecto carretero Franja Transversal del Norte

La carretera franja transversal del norte se encuentra adyacente a la zona, actualmente esta carretera es de terracería que se encuentra en mal estado, que con la construcción de este proyecto, el flujo vehicular aumentaría, por lo que va ser un área mas accesible, lo que viene a ejercer una gran presión sobre los recursos naturales del área.

C. Límites de la zona núcleo

Dentro de la propuesta de zonificación de Sierra Santa Cruz se encuentra la Zona Núcleo Chocón Nacional, la cual tiene un polígono definido en los mapas, pero en el campo no cuenta con una delimitación física concreta entre las diferentes fincas colindantes, lo que viene hacer que muchas personas se rebasen ese limite y se este atentando contra los recursos naturales del la zona.

D. Competencia institucional

Sierra Santa Cruz esta en el proceso de declaración de Área Protegida, actualmente se encuentra en la categoría de área de protección especial, por lo que no cuenta con el respaldo que le da el estado a las áreas protegidas, esto hace que no existe una presencia institucional permanente dentro del área y la que existe que son, 3 guarda recursos no logran abarcar todo el área, además que la Fundación para el Eco desarrollo y la Conservación, cuenta con muy poco personal que no alcanza a cubrir el área. Por lo que la población o personas ajenas a la sierra hacen un manejo desordenado de los recursos, además por otro lado los pobladores no encuentran un respaldo institucional al momento de hacer denuncias.

E. Falta de recursos para la protección

Actualmente las comunidades cuentan con áreas de protección incentivadas, pero la gran mayoría de comunidades se les a terminado el incentivo y otras no se les ha aprobado los incentivos. La falta de recursos viene a repercutir en la falta de protección para los bosques.

F. Aplicación de la legislación

Los delitos que atentan contra la protección y conservación de los recursos naturales, pertenecen a la fiscalía de narcotráfico y delitos contra el ambiente, donde los procesos ambientales son los de menos prioridad, por los delitos del narcotráfico, lo que hace que se cometan ilícitos y pocas veces se siga un proceso, se esclarezcan y se impongan las penas correspondientes. Aunque las personas denuncien no se tiene las sanciones esperadas, y se atente a la conservación y protección de los recursos naturales de esta área.

Cuadro 1.5 Priorización de problemas

No	Problema	Tiempo	Amenaza	Total
1	Perdida de Cobertura Boscosa	C	A	C-A
2	Construcción Proyecto carretero Franja Transversal del Norte	M	D	MD
3	Limites no definidos en la Zona Núcleo	M	D	MD
4	Competencia Institucional	L	A	LA
5	Falta de Recursos para la Protección	C	A	C-A
6	Aplicación de la Legislación	C	A	C-A

Tiempo: (L) largo plazo, (M) mediano plazo y (C) Corto Plazo

Amenaza a la conservación: (A) alta, (D) moderada y (B) Baja.

1.5.5 Análisis de soluciones

De acuerdo a los problemas identificados, se hizo un análisis de las posibles soluciones, el cual se llevo acabo, tomando en cuenta la disponibilidad de tiempo y recursos; económico, humano y materiales, y los intereses institucionales. Partiendo de este análisis se formuló el plan de servicios así como el tema de investigación a desarrollar.

Cuadro 1.6 Planteamiento y análisis de soluciones

No	Problema	Soluciones
1	Perdida de cobertura boscosa	Concientización sobre la conservación de los bosques.
		Protección y vigilancia del área.
		Diversificación de cultivos.
		Capacitación sobre practicas de conservación de suelos
		Producción de plantas para reforestación y recuperación de áreas boscosas.
2	Falta de recursos para la protección de la cobertura boscosa	Realización de inventarios de carbono para la gestión de proyectos por la venta de certificados de carbono.
		Socialización de proyectos de incentivos para la protección del bosque.
		Proyectos Productivos comunitarios

Las actividades a realizar para contribuir a solucionar algunos de los problemas que amenazan la conservación están:

1. Realización de inventarios de carbono para la gestión de proyectos por la venta de certificados de carbono.
2. Sistematización de la información de la distribución de la cobertura forestal para tener una idea mas clara de la distribución de esta.
3. Producción de plantas para la reforestación y recuperación de áreas boscosas.
4. Capacitación y concientización del por que de la conservación de los recursos naturales.
5. Socialización de proyectos de incentivos para la protección del bosque, y de esta forma involucrar a las comunidades y las personas dedicadas a la conservación.

1.5.6 Proyecto de investigación

- Estimación del Carbono Almacenado en la Biomasa Aérea del Bosque Latifoliado de la comunidad Se'tzol, Sierra Santa Cruz, Livingston, Izabal, Guatemala, C.A.

1.5.7 Proyectos de servicios

- Socialización comunitaria sobre la implementación del proyecto de reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal (REDD).
- Generación de un listado Técnico Bilingüe Q'eqchi-Castellano de especies Existentes en la comunidad Se`tzol, sierra Santa Cruz, Livingston Izabal.

Es importante mencionar que los proyectos seleccionados además del análisis y priorización, fue consideradas las necesidades institucionales. Principalmente en los proyectos enfocados a la propuesta de establecimiento del proyecto de reducción de emisiones por deforestación y degradación de los recursos forestales (REDD).

1.6 CONCLUSIONES

- La Zona núcleo chocón Nacional se encuentra rodeada por varias comunidades que están dentro de la zona de Protección Especial Sierra Santa Cruz, las cuales son: la comunidad de Sepac, Saquitzul, Nueva las Tortugas, Se'tzol y Maguilla.
- El total del área de las comunidades y la Zona núcleo chocón nacional, es de 8,218.45 hectáreas.
- Dentro de las comunidades colindantes a la zona núcleo, las actividades agrícolas que predominan son el cultivo de granos básicos, principalmente maíz y frijol.
- Los principales problemas identificados según la priorización están: la pérdida de la cobertura boscosa y la falta de recursos para la protección de los recursos.

1.7 RECOMENDACIONES

- Incrementar la presencia institucional dentro de las áreas de protección, a través de la contratación de personal comunitario permanente y personal técnico, que por lo extenso del área, el existente no alcanza a cubrir todas las áreas de protección.
- Definir los límites físicos de campo del área que ocupa la zona núcleo Chocón Nacional, para conocer las distintas propiedades de tierra y de esta forma evitar que los límites sean rebasados, que en muchas veces se traduce en cambio de uso contribuyendo en el avance de la frontera agrícola.
- Buscar un mecanismo que agilice el trámite de denuncias de las actividades ilícitas que atentan contra la conservación de los recursos naturales del área.
- Gestionar y buscar distintos mecanismos de generación de recursos económicos para las comunidades, comprometidas con la conservación de los recursos naturales, como una alternativa en la disminución de la pérdida de la cobertura boscosa.

1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Arrecís López, E. 2006. Institucionalidad rural vinculada con la conservación del recurso hídrico en la microcuenca del río Caquijá, Sierra Santa Cruz, Izabal, Guatemala. Tesis MSc. Socioecon. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 153 p.
2. Barrios, R. 1996. 50 áreas de interés especial para la conservación en Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Centro de Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas. 171 p. Citado por: Arrecis, L. 2006. Institucionalidad rural vinculada con la conservación del recurso hídrico en la microcuenca del río Caquijá, Sierra Santa Cruz: Izabal, Guatemala. Tesis MSc. Socioecon. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 153 p.
3. CCDAG (FUNDAECO, Centro de Cartografía Digital y Análisis Geográfico, GT). 2000. Áreas bajo aprovechamiento forestal en Sierra Santa Cruz. Guatemala. Esc. Varía. 1 p. Color. Citado por: Lemus Alvarado, A. 2010. Identificación de estrategias de conservación mediante análisis cartográfico y de paisaje en el área de protección especial, sierra Santa Cruz, Izabal. Tesis Ing. Agro. Guatemala, USAC. 106 p.
4. Conté, L; Quinteros, C. 1999. Actualización del estudio técnico del área de sierra Santa Cruz. Guatemala, Defensores de la Naturaleza. 86 p.
5. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 2000. Mapa de red vial república de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda. Esc. 1:750,000. 1 p.
6. Lemus Alvarado, A. 2010. Identificación de estrategias de conservación mediante análisis cartográfico y de paisaje en el área de protección especial, sierra Santa Cruz, Izabal. Tesis Ing. Agro. Guatemala, USAC. 106 p.
7. Simmons, C; Pinto Zúñiga, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.

CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN

**ESTIMACIÓN DEL CARBONO ALMACENADO EN EL BOSQUE LATIFOLIADO DE LA
COMUNIDAD SE'TZOL, SIERRA SANTA CRUZ, LIVINGSTON, IZABAL,
GUATEMALA, C.A.**

**ESTIMATION OF CARBON STORAGE IN FOREST BROADLEAF COMMUNITY
SE'TZOL, SAW SANTA CRUZ, LIVINGSTON, IZABAL, GUATEMALA, C.A.**

2.1 PRESENTACIÓN

A nivel mundial, el uso de la tierra, el cambio de uso y la silvicultura (LULUCF), representan el 17.4% de las emisiones globales de gases de efectos invernadero (GEI). (Chenost y Gardette. 2010). Donde la deforestación y degradación forestal que ocurre actualmente, según cálculos de la FAO ascienden a 5.2 millones de hectáreas netas por año, lo que representa hasta un quinto de las emisiones de carbono antropogénicas globales (White y Minang. 2011).

El área de protección especial Sierra Santa Cruz, no es la excepción, ante la deforestación y la degradación de sus bosques, por lo que la Fundación para el Eco Desarrollo y la Conservación (FUNDAECO), quien se encarga de la coadministración del área, ha planteado la propuesta de implementación de un proyecto de reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal (REDD), para la región sub nacional del Caribe, con la cual se pretende gestionar recursos económicos, a través de la comercialización de créditos de carbono en el mercado internacional. Donde las comunidades del área, se podrán beneficiar de los recursos económicos, a cambio de la protección y conservación de sus áreas de bosque.

El establecimiento de una línea base, es el punto de partida para el monitoreo del cambio en el aumento y disminución de la emisiones del área, por deforestación y degradación del bosque, lo que hace que sea necesario estimar las reservas de carbono de los bosques del área.

Partiendo de la necesidad de estimar las reservas de carbono del bosque del área, se realizó el trabajo de investigación en la comunidad Se'tzol, con los objetivos de generar: datos de los bosques de la región, valores que puedan ser utilizados como parámetros de comparación, una metodología aplicada in situ y que los valores generados puedan ser utilizados para el establecimiento de la línea base del proyecto.

El estudio se realizó en cuatro etapas: (1) actividades preliminares, (2) registro y recolección de datos de campo, (3) análisis de laboratorio y (4) procesamiento y presentación de la información.

Se utilizaron diferentes métodos de estimación para las reservas, el método directo, donde se recompilaron datos de alturas, diámetros (1.30m) y toma de muestras vegetales. Y a

través del método indirecto con la aplicación de diferentes factores de estimación en variables que no era posible medir directamente.

El muestreo de campo se diseñó siguiendo los principios para la planificación de inventarios forestales. Donde la distribución de las unidades de muestreo fue sistemática, con una intensidad de muestreo de 1.30%, ubicando 23 parcelas de 1,000 metros cuadrados en árboles de DAP > 10 cm, 11 sub parcelas de 250 metros cuadrados en árboles y arbustos de DAP entre 9.9 a 2 cm, y 6 sub parcela de 25 metros cuadrados para DAP < 2 cm, la forma de las parcelas fue rectangular.

La densidad promedio de carbono almacenado en la biomasa aérea, fue de 178.67 toneladas por hectárea, con una reserva total del bosque estudiado de 31,953.34 toneladas de carbono, en una extensión de 178.84 hectáreas.

Es necesario que se diseñe un inventario a nivel regional, de las reservas de carbono, para establecer una línea base y de esta forma realizar proyecciones en la reducción de las emisiones, de la región sub nacional propuesta en la implementación del proyecto REDD.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 Gases de efecto invernadero (GEI)

Los gases de efecto invernadero producidos por la deforestación y degradación de los bosques, son: CO₂, N₂O y CH₄. El N₂O (óxido nitroso) tiene un potencial de calentamiento global 231 veces mayor que el CO₂, mientras que el CH₄ (metano) tiene un potencial de calentamiento 23 veces mayor. A fin de estandarizar el efecto de las emisiones de diversos gases, por conversión internacional, la carga de gases de efecto invernadero se miden en términos de CO₂ equivalente (CO_{2e}) (White y Minang. 2011).

Los flujos de CO₂ entre la atmósfera y los ecosistemas se controlan fundamentalmente por captación, mediante la fotosíntesis de las plantas y por liberación a través de la respiración, la descomposición y la combustión de materia orgánica (IPCC 2006c)

2.2.2 Efecto invernadero y cambio climático

La tierra está cubierta por una capa de gases que deja entrar energía solar, la cual calienta la superficie de la tierra. Algunos de los gases en la atmósfera – llamados gases de efecto invernadero (GEI) - impiden el escape de este calor hacia el espacio. Este es un efecto natural que mantiene la tierra a una temperatura promedio arriba del punto de congelación del agua y permite la vida tal como la conocemos. Pero, las actividades humanas están produciendo un exceso de gases de efecto invernadero (principalmente dióxido de carbono, metano y óxido nitroso) que están potencialmente calentando el clima de la tierra, un proceso conocido como cambio climático (IPCC 1999).

2.2.3 Importancia de los bosques

Los bosques contribuyen a la estabilidad del medio ambiente, por ejemplo, a la mitigación de las temperaturas extremas, el aumento de las precipitaciones regionales, la prevención de la erosión y la degradación del suelo y un papel fundamental en el flujo del carbono, consistente en el proceso de la fotosíntesis, la cual absorbe el CO₂ de la creciente atmósfera y almacenan el carbono en su biomasa, formando grandes depósitos de este elemento (Silveira 2007).

2.2.4 Reservorios de carbono en el bosque

El bosque tiene la capacidad de acumular o liberar carbono. Donde existen cinco depósitos principales de carbono: biomasa sobre el suelo, biomasa bajo el suelo, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo (Silveira 2007).

2.2.5 Biomasa

La biomasa es el atributo de la vegetación que se refiere al peso de material vegetal dentro de un área determinada. Usualmente expresada como peso seco en g/m² o kg/ha (White y Minang. 2011).

La biomasa es una consecuencia directa de todos los factores bióticos y abióticos de un ecosistema forestal, es un indicador de productividad del sitio, que varía con la precipitación, la temperatura, latitud y altitud. La productividad y la biomasa pueden no estar relacionadas con el estado de sucesión de la vegetación, por ejemplo, un adulto que tiene una gran cantidad de biomasa forestal, pero puede tener una baja productividad (Silveira 2007).

La biomasa vegetal, incluyendo sus partes aéreas y subterráneas, constituye el principal medio de absorción de CO₂ de la atmósfera. Hay grandes cantidades de CO₂ que se transfieren entre la atmósfera y los ecosistemas terrestres, fundamentalmente a través de la fotosíntesis y de la respiración (IPCC 2006a.)

2.2.6 Biomasa aérea

La biomasa aérea es toda la vegetación, tanto maderable como herbácea, que se halla por encima del suelo, incluidos tallos, cepas, ramas, corteza, semillas y follaje.

Para los proyectos REDD el carbono almacenado en la biomasa viva encima de los árboles es la reserva más grande y más directamente afectada por la deforestación y la degradación. Así, la estimación de carbono de biomasa aérea bosque es el paso más crítico en la cuantificación de las reservas de carbono y los flujos de los bosques tropicales (Holly, Brown, Niles y Foley.2007)

2.2.7 Biomasa en relación al diámetro

La reserva de carbono en un árbol depende de su tamaño: los árboles con troncos de 10-19 cm de diámetro (medido a una altura estándar de 1.3 m sobre el suelo, llamado “diámetro a la altura del pecho” o DAP). Pueden tener una biomasa de aproximadamente 135 kg/árbol, con aproximadamente 900 árboles por ha, la biomasa asociada correspondiente es de 121.5 t/ha. Aún así, la mayor cantidad de biomasa se encuentra en los escasos árboles realmente grandes. Con un DAP de 0-70 cm, la biomasa por árbol podría ser de aproximadamente 20,000 Kg (20t). Con 10 árboles /ha, la correspondiente biomasa sería de aproximadamente 200 t/ha. Por lo tanto, las implicancias de los grandes árboles en la biomasa (y en el carbono) por ha son muy significativas (White y Minang. 2011).

2.2.8 Estimación de las reservas de carbono forestal

Las estimaciones de las reservas de carbono forestal son necesarias para determinar las emisiones forestales netas, y se pueden obtener combinando la extensión del área de deforestación o degradación forestal, con mediciones de la densidad de carbono. Los métodos para calcular las reservas de carbono forestal en países tropicales pueden ser agrupados en promedios de biomasa, mediciones en el terreno y mediciones de percepción remota (Cuadro 2.23A.) (CINFOR 2009).

2.2.9 Complejidad del los inventarios de GEI

Los métodos desarrollados por IPCC permiten realizar inventarios con niveles de complejidad diferentes, llamados tiers en inglés. En general, los inventarios que utilizan los niveles altos han mejorado la exactitud de sus datos y reducido el grado de incertidumbre. Sin embargo la complejidad y los recursos requeridos para llevar a cabo los inventarios también aumentan con los niveles altos. Una opción es combinar niveles (CINFOR 2009).

2.2.10 Cuantificación de biomasa y carbono del bosque

Las evaluaciones de las existencias y los cambios de biomasa, y carbono, se centran en el total de la biomasa, el crecimiento de la biomasa y las recogidas de biomasa (cosecha),

incluidos los componentes, no venales expresados en toneladas de peso en seco. Hay varios métodos que pueden utilizarse para derivar la biomasa forestal y sus cambios. La biomasa aérea y sus cambios pueden derivarse de dos maneras: Método de pérdidas, y ganancias y Método de diferencia de existencias.

2.2.11 Cuantificación directa

Midiendo los atributos de árboles muestra, en el campo, tales como sus diámetros y alturas, y aplicando ecuaciones alométricas específicas para cada especie o cuadros de biomasa basados en tales ecuaciones una vez o periódicamente (IPCC 2006c).

Incluye la determinación por medio de la corta de los árboles y sus componentes por separado para la toma de muestras (Silveira 2007).

2.2.12 Cuantificación indirecta

La estimación de la biomasa por el método indirecto, se correlaciona con algunas variables que se obtienen fácilmente y que no requiere la destrucción del material vegetal. Las estimaciones pueden ser realizadas a través de relaciones cuantitativas o matemáticas, como las razones o los datos de regresión de los inventarios forestales (DAP, altura y volumen), por los datos de teledetección (Las imágenes de satélite) y el uso de una base de datos en un sistema de información geográfica (SIG) (Silveira 2007).

Somogyi (2006) citado por Silveira (2007) sostiene que las evaluaciones de la biomasa de forma indirecta se puede hacer por dos métodos cuando se trabaja en el campo: se utiliza un volumen de datos de arboles o de pie y se multiplica por un factor apropiado o factores, llamado factores de biomasa (BF), que convierte el volumen de las estimaciones en biomasa. Otra forma de estimar la biomasa está indirectamente, haciendo ajustes para el uso de las ecuaciones técnicas de regresión.

Transformando los datos de volumen disponibles de los inventarios forestales por ejemplo, el volumen venable de existencias en crecimiento, incremento anual neto o recogidas de madera (Somogyi et al, 2006). En lugar de funciones de regresión de la biomasa, es común que se aplique un factor de transformación único y discreto al volumen venable a fin de derivar la biomasa aérea y sus cambios (IPCC 2006c).

En los métodos indirectos las estimaciones se basan principalmente en datos de todas estas determinaciones, así como de datos de inventarios forestales (Silveira 2007).

El cuadro 2.23A, describe distintos métodos para estimar reservas de carbono a nivel nacional, sus beneficios y limitaciones.

2.2.13 Factor de conversión y expansión de biomasa (BCEF)

El BCEF combina la conversión y expansión. Tienen como dimensión (t/m³) y transforman mediante una única multiplicación existencia en crecimiento, incremento anual neto y recogidas de madera (m³), directamente en biomasa aérea, crecimiento de la biomasa aérea o recogidas de biomasa (t).

Los BCEF son los más apropiados. Se los puede aplicar directamente a datos de inventarios forestales basados en volumen y a registros operativos, sin tener que recurrir a densidades básicas de madera (D) (IPCC 2006c).

2.2.14 Dióxido de carbono equivalente

Sin embargo, la compensación en la reducción de emisiones, no se basa en el carbono (C), sino en emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}). Se utiliza un factor de conversión de 3.67 para convertir carbono a dióxido de carbono equivalente. Por lo tanto, las potenciales emisiones generadas por el cambio en el uso del suelo (White y Minang. 2011).

El gas de efecto invernadero más importante asociado con cambios en el uso del suelo es el dióxido de carbono (CO₂). Cuando una unidad de carbono forestal entra en combustión o se descompone de otro modo, el carbono se combina con dos unidades de oxígeno para producir una unidad de CO₂. Considerando el peso atómico del carbono (12) y del oxígeno (16), una unidad de C equivale a 3.67 unidades de CO₂ $((12 + (2 \cdot 16)) / 12) = 3.67$ (White y Minang. 2011).

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Ubicación geográfica

La Comunidad de Se'tzol se encuentra en la parte norte del área de Protección Especial Sierra Santa Cruz, del Municipio de Livingston, departamento de Izabal. Esta comunidad se encuentra rodeada por distintas comunidades, colindando al norte con la finca de la comunidad de Chinacadenas, al Noreste y sur con la zona núcleo Chocón Nacional y al oeste con la finca de la comunidad de Sepac.

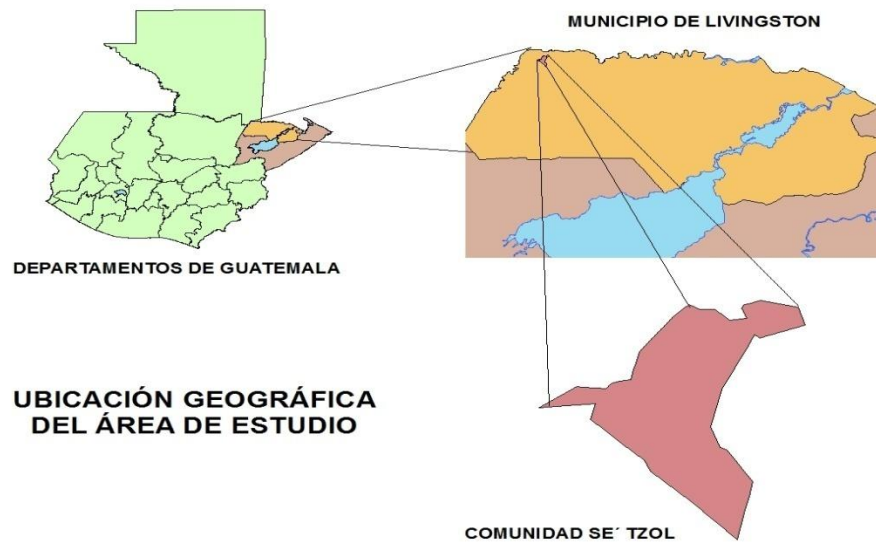


Figura 2.5 Ubicación geográfica del área de estudio

2.3.2 Extensión

La finca de la comunidad Se'tzol cuenta con un área de 264.92 ha que equivale a 5.89 caballerías, de las cuales 178.84 ha de bosque y 86.08 ha están distribuidas entre guamiles y trabajadores.

2.3.3 Vías de acceso

Tomando la carretera CA-13 a 32 kilómetros de la aldea Fronteras, en la ruta hacia el departamento de Petén se llega a la aldea Modesto Méndez, se vira a la izquierda, tomando la carretera Franja Transversal del Norte (FTN), la cual nos conduce al distrito Chocón Nacional (Lemus 2010), donde se puede acensar por la comunidad Chinacadenas, por un camino de herradura con una longitud aproximada de 3 kilómetros hasta llegar a la comunidad de Se'tzol.

2.3.4 Características biofísicas

A. Clima

Las condiciones climáticas de la zona son variables debido a la altura sobre el nivel del mar y la posición que ocupa la Sierra Santa Cruz respecto de las direcciones en que soplan los vientos alisios provenientes del Noreste, desde el Mar Caribe. Los vientos presentan dirección predominante de Noreste a Suroeste y una velocidad media de aproximadamente 70 kilómetros por hora. Según el sistema de clasificación climatológica de Thornthwaite, la Sierra Santa Cruz tiene un clima Cálido muy húmedo, con estación seca de carácter bimodal que aproximadamente se registra entre febrero y mayo, y entre agosto y septiembre. La temperatura media anual es aproximadamente 25 grados Celsius (°C), la precipitación media anual oscila entre los 2,000-3,000 milímetros y el promedio anual de humedad relativa es de 70% (Leiva y Quinteros 1999)

B. Zona de vida

a. Bosque muy húmedo subtropical (Cálido)

Según De la Cruz (1982), basado en el sistema Holdridge, Sierra Santa Cruz está bajo la zona de vida Bosque muy húmedo Subtropical cálido (Bmh-S(c)), presentando precipitaciones que oscilan entre 1587 a 2066 milímetros por año, bio temperaturas entre 21 a 25 grados Celsius (°C) y la evapotranspiración potencial se estima en 0.45. Sierra Santa Cruz puede considerarse de alta pluviosidad siendo los meses de marzo y abril los más secos. La elevación varía entre los 80 a los 1600 metros sobre el nivel del mar (Lemus 2010).

Algunas de las especies indicadoras en la sierra típica de la zona de vida son: Corozo (*Orbinya cohune*), Naranja (*Terminalia amazonia*), Ramón (*Brosimum alicastrum*), Palo de Sangre (*Virola sp.*), Guarumo (*Cecropia peltata*), Ceiba (*Ceiba pentandra*) y San Juan (*Vochysia hondurensis*), entre otras (Lemus 2010).

C. Fisiografía

Dentro de la superficie de Sierra Santa Cruz existe una gran variación en cuanto a la altura sobre el nivel del mar con respecto a la distancia horizontal, lo cual provoca una amplitud en rangos de pendientes.

Según el análisis fisiográfico esta es una zona montañosa y quebrada, perteneciente a la provincia fisiográfica de las tierras altas sedimentarias, caracterizadas por la presencia de rocas calizas y serpentinitas. Este paisaje es kárstico con sustrato calcáreo, presenta alta disponibilidad de agua y relieve empinado que se evidencia en la existencia de sumideros, grutas y manantiales (Barrios 1996 y Arrecís 2006).

Sierra Santa Cruz está localizada en dos regiones naturales: tierras calizas altas del norte y tierras calizas bajas del norte. El área de trabajo pertenece a la región natural de tierras calizas altas del norte.

a. Tierras calizas altas del nortes

Presentes en la parte Sur de la sierra, en esta región se incluyen tierras calizas que se encuentran en una cota mayor a los 600 metros sobre el nivel del mar. Dentro de las áreas importantes de estas zonas están las montañas de los Cuchumatanes, dentro del sistema orográfico, la sierra de Chuacús y las montañas de Santa Cruz (Lemus 2010)

D. Geología

La geología presente dentro de Sierra Santa Cruz, son rocas sedimentarias (KTs), originarias del periodo Cretáceo-Terciario, esta unidad marca el comienzo de una transición de deposición también netamente marina a una de agua salobre y dulce. Existen también rocas de tipo sedimentaria (Ksd), propias del periodo cretácico, posee carbonatos neocomiano- camapanianos, presentes en la zona de las Verapaces limitando con el departamento de Izabal (Lemus 2010).

E. Suelos

Según Simmons, Tarano y Pinto (1,959), las series de suelo son que predominan en la zona son: Chacalte (Cha), y Sarstún (Sr) (Lemus 2010)

Las profundidades de suelos en el área de estudio varían dentro de 20-50 cm de profundidad para las laderas inclinadas. Y profundidades entre 50-90 centímetros, estos suelos pueden encontrarse principalmente en zonas con pendientes medias, usualmente con cobertura boscosa, estos suelos suelen ser fértiles y profundos, pero no tienen capacidad de ser utilizados para uso agrícola (Lemus 2010).

F. Flora

El bosque maduro se encuentra estratificado en cuatro niveles: a) dosel superior (árboles de 35-50 metros de altura) representados por especies como Chicozapote (*Achras zapota*) y Santa María (*Calophyllum brasiliense*); b) árboles co-dominantes (altura media de 20-30 metros), con especies como el Cojón de Coche (*Stemmadenia sp.*) y tucuy (*Pithecolobium lanceolatum*); c) arbustos y abundantes palmas como la Ternera (*Euterpe macrospadix*), Lancetillo (*Astrocarium mexicanus*), Ixcanal (*Acacia hindisi*), Pacayas y Xates (*Chamaedorea sp.*); y d) estrato de las hierbas, el cual es más variado al reducirse la altitud, se encuentran especies de helechos, arácaceas, peperomias y epifitas (Lemus 2010).

Los charrales o guamiles se caracterizan por un tipo de vegetación arbustiva en donde el Tambor (*Ochroma lagopus*) se presenta como especie arbórea primaria. Los charrales cumplen con la función de proporcionar leña. Dentro de las áreas de charrales y en los cultivos, siempre se encuentra Corozo (*Orbygnia cohune*) (Barrios, 1996).

2.3.5 Investigaciones realizadas en Guatemala

A nivel internacional, uno de los trabajos más importantes es el desarrollado por Winrock International Institute for Agricultural Development que consiste en una guía para el monitoreo de secuestro de carbono en proyectos forestales y agroforestales (A Guide to Monitoring Carbon Sequestration in Forestry and Agroforestry Projects). Esta guía describe un método de costos efectivos para el monitoreo y verificación, sobre bases comerciales, de acumulación de carbono en plantaciones forestales, bosques naturales

manejados y sistemas agroforestales. El sistema desarrollado por Winrock International, proporciona resultados confiables utilizando principios y prácticas aceptadas de inventarios forestales, ciencias del suelo y estudios ecológicos (Córdova 2001).

A. Inventario de carbono en el sur del lago de Atitlán, Sololá, Guatemala

En septiembre de 1999, se realizó un inventario de carbono en el nivel de pre muestreo en los bosques maduros de la parte Sur del Lago de Atitlán, Sololá, Guatemala. Se investigaron los bosques Latifoliado y mixto de la Cuenca Sur del Lago de Atitlán. Los valores para fijación de carbono encontrados fueron:

Cuadro 2.7 Carbono fijado en los bosques latifoliados y mixtos

Bosque	Biomasa arriba del suelo	Biomasa abajo del suelo	Hojarasca	Suelos (10 cm.)	Total (tC/ha)
Mixto (n=6)	207	41	43	49	340
Latifoliado (n=15)	287	58	22	42	409

Fuente: Márquez. 2000.

Los resultados indican que el bosque con mayor reserva de carbono, es el bosque latifoliado, el cual cuenta con árboles de mayor DAP. El suelo es la segunda fuente de carbono en importancia para los bosques muestreados y es importante notar que los valores presentados sólo reflejan el carbono contenido en los primeros 10 cm de profundidad.

Ambos bosques presentan un rango de fijación de carbono confiable dentro de aproximadamente 30-40 toneladas de carbono por hectárea. Para el nivel de pre muestreo al que están los datos presentados aquí, este rango es adecuado y permite inferir el nivel de incursión necesario para contar con datos confiables dentro de un rango de error menor (Márquez 2000).

B. Mediciones del contenido de carbono de los bosques latifoliados de Petén

En Petén, Guatemala el Dr. Edwin Castellanos en colaboración con Gustavo Rodríguez y Ramón Manzanero de Pro Petén hizo mediciones del contenido de carbono de los

bosques latifoliados dentro de la Reserva de la Biósfera Maya. El promedio mostrado incluye cuatro parcelas realizadas en bosque denominado “bajo” es decir, bosques en áreas inundables. El total de carbono estimado tiene un rango de variabilidad de ± 70 ton C/ha (Márquez 2000).

Cuadro 2.8 Carbono fijado bosque latifoliado de la Reserva de la Biosfera Maya

	Sotobosque	Bosque	Hojarasca	Suelo 10 cm	Total tC/ha
Carmelitas/Guacamayas n=14	14.3	99.9	3.74	81.2	199

Fuente: Márquez, 2000.

C. Densidades de carbono para la región de referencia del norte de Guatemala

Este trabajo fue realizado por Carbon Decisions International, en el departamento de Petén, como parte de los estudios preparatorios para proyectos de reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD), en las tierras bajas del norte de Guatemala, realizado como un soporte técnico en el tema de densidades de carbono que puedan servir como documento de soporte para la validación.

Cuadro 2.9 Densidades de carbono por tipo de bosque, para el norte de Petén

Bosque	No. Parcelas	Tamaño del estrato (ha)	Carbono en biomasa aérea D > 10 (t-C/ha)	Carbono en biomasa subterránea D > 10 (t-C/ha)	Carbono en biomasa total D > 10 (t-C/ha)	Carbono total por estrato (t-C)
Bosque Latifoliado bajo sub Húmedo	26	331.400	52,5	16,6	69,0	22.882.955,8
Bosque Latifoliado medio-alto sub húmedo	567	1.033.500	71,9	22,0	93,9	97.030.198,0
Bosque Latifoliado medio-alto húmedo	122	704.300	105,4	30,9	136,2	95.957.651,7
Total	715					215.870.805,5

Fuente: Navarrete, 2011

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 General

- Estimar la reserva de carbono almacenado en la biomasa aérea del bosque latifoliado de la comunidad Se'tzol.

2.4.2 Específico

1. Determinar la biomasa aérea de la vegetación que compone el bosque.
2. Estimar la densidad de carbono del bosque en toneladas por hectárea.
3. Determinar la reserva total de carbono almacenado.
4. Estimar el dióxido de carbono equivalente total.

2.5 METODOLOGÍA

La estimación de la reserva de carbono del bosque Latifoliado de la comunidad Se'tzol, se basó en el método de estimación de reservas de carbono a través de inventario forestal. El cual fue diseñado de acuerdo a los principios de inventarios forestales, con variaciones adaptables a los diferentes componentes de almacenamiento de la biomasa aérea. Siguiendo las directrices del IPCC (2006) para inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y los módulos metodológicos REDD de los estándares voluntarios de carbono (VCS).

2.5.1 Etapa 1: Actividades Preliminares

A. Selección del área de estudio

La comunidad Se'tzol, se encuentra entre el grupo de comunidades colindantes a la Zona Núcleo Chocón Nacional, de Sierra Santa Cruz, perteneciente a la finca del mismo nombre, propiedad de la Fundación para el Eco desarrollo (FUNDAECO), donde el principal objetivo es la conservación de los recursos naturales del área y el desarrollo comunitario.

Por su accesibilidad, el área de bosque, el interés de conservación del bosque y la organización de la comunidad, hicieron que Se'tzol fuera la más apropiadas para realizar el presente estudio.

B. Delimitación del bosque

La delimitación del área se hizo por medio de fotointerpretación digital, utilizando orto fotos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) del año 2006, utilizando el software ArcGis 9.3.

Se agruparon las áreas más densas, en su cobertura boscosa, quedando afuera aquellas áreas determinadas como guamiles altos o bajos, trabajaderos y las áreas de vivienda. (Figura 2.7A)

C. Diseño del inventario

a. Tamaño de parcela

De acuerdo al área de parcelas propuestas por MacDicken (Marquez 2000), para vegetación leñosa muy esparcida de diámetros mayores, indica que el tamaño de parcela a utilizar es de 1000 metros cuadrados (Márquez 2000). Estableciendo sub parcelas concéntricas de 250 m^2 y 25 m^2 (Chávez 2011).

El tamaño de parcela se estableció de acuerdo al tipo de vegetación, entre más densa la vegetación menor es el tamaño de parcelas, porque si se midiera en un área mayor, ocasionaría problemas de sobre muestreo y de eficiencia (pues el tiempo necesario por parcela aumentaría considerablemente) (Márquez 2000).

b. Forma de parcela

La forma de parcela utilizada fue rectangular. En inventarios de bosques naturales Latifoliados, debido a su alta heterogeneidad, siempre es recomendable establecer parcelas largas y angostas para cubrir una mayor área de terreno (Orozco y Brumer 2002). Dimensión de parcelas: Parcelas de $1,000\text{ m}^2$ las dimensiones fueron de 20 x 50 metros, sub parcelas de 250 m^2 de 10 x 25 metros y las sub parcelas de 25 m^2 de 5 x 5 metros (Chávez 2011). (Figura 2.6A)

c. Intensidad de muestreo

Según la intensidad de muestreo del 1 %, el tamaño de la muestra fue 1.77 hectáreas, para el diseño del inventario (Chávez 2011). Modificada al realizar la distribución de parcelas al 1.30 % para los DAP >10cm, 0.17% para árboles y arbusto con DAP entre 2-9.9 cm y 0.0085 % para hierbas y tallos leñosos de DAP <2cm.

d. Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra fue de 2.3 hectáreas, distribuida en 23 parcelas de 1,000 metros cuadrados.

Las sub parcelas establecidas fueron 12 sub-parcelas de 250 metros cuadrados que se levantaron en las parcelas número: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 y 6 sub-parcelas de 25 metros cuadrados que se levantaron en las parcelas numero: 1, 4, 8, 12, 16, 20.

e. Distribución de parcelas

La distribución de parcelas se hizo de forma sistemática. El muestreo sistemático permitió que la muestra se distribuya adecuadamente sobre toda la población, con ello se evitó que partes de la población fueran más intensamente muestreadas que otras (Orozco y Brumer 2002).

La distribución sistemática, se realizó calculando la distancia entre puntos de muestreo:

$$d = \sqrt{A / n}$$

Donde:

d = distancia entre los puntos centrales de muestreo (Km)

A= superficie total de inventario (Km²)

n= número de unidades de muestreo

De acuerdo a este modelo la distancia entre parcela fue de 297 metros, igual 0.297 Km, de distancia horizontal y vertical. Este valor de distancia es de referencia, en caso sea necesario, debe ser modificado para que se puedan distribuir el número de unidades requerido (Orozco y Brumer, 2002).

Al hacerse el mapa de distribución de parcelas de muestreo (Figura 2.8A), por la irregularidad de la forma en el área de bosque, se ajusto a una distancia de 300m de este a oeste y 250 metros de norte-sur. El punto identificado en el mapa, ubica el vértice superior derecho de la unidad de muestreo, con orientación norte-sur. (Cuadro 15.A)

f. Distribución de sub-parcelas

La distribución de sub parcelas, siguen el patrón de distribución de las parcelas de muestreo, estas sub parcelas fueron establecidas de forma concéntrica, tomando el vértice de parcela como punto de partida, con la misma orientación de las parcelas.

D. Material y equipo

Para llevar a cabo la segunda etapa de registro y recolección de datos de campo, fue necesario contar con el siguiente material y equipo:

- Mapa de capo, con la ubicación geográfica de las parcela.
- Boletas para la toma de datos.
- Lápices y marcadores.
- Placas de aluminio.
- Clavos 1 ½ pulgadas.
- Pintura Naranja fluorescente.
- Martillo.
- Cintas métricas.
- Cinta diamétrica.
- Hipsómetro.
- Brújula.
- Geoposisionador satelital GPS, de buena recepción.
- Baterías adicionales.
- Machete.
- Balanza de precisión.
- Costal para colecta de material vegetal.

2.5.2 Etapa 2: Registro y recolección de datos de campo

A. Establecimiento de parcelas en el campo

Para la demarcación de las parcelas en el campo se llevaran los siguientes pasos:

1. Ubicar el punto (Cuadro 2.15A) de muestreo en el campo, con la ayuda del mapa de distribución de parcelas (Figura 2.8A.) y GPS.
2. Geo referenciar punto de muestreo en el campo, para poder generar el mapa corregido de ubicación de parcelas, Figura 2.8A.
3. Definir la dirección de la parcela, se ubicará en dirección norte- sur, tomado el punto geo referenciado como el punto frontal derecho al norte, de las parcelas.
4. Calcular la pendiente en donde se ubicara la parcela, para compensar la distancia horizontal.
5. Medir 20 m del ancho de la parcela y ubicarse a la mitad de la distancia (10m).
6. Luego se midieron tramos a cada 10 m a favor del largo de la parcela y el ancho en cada tramo, hasta completar los 5 tramos que componen la parcela de 1000 metros cuadrados. En dirección sur con la ayuda de brújula y cinta métrica.
7. Ubicar un esquinero de la parcela, este será el vértice para trazar las sub-parcelas concéntricas de 250 m² y 25 m². (Figura 2.6A)

8. Marcación del vértice de la parcela con rocas y identificando el vértice con el número de parcela, utilizando pintura de colores fluorescente.
9. Asignación de nombre en idioma Q'eqchi, como parte del monitoreo y vigilancia, por lo práctico para los comunitarios al momento de ubicar las parcelas en el campo. (Cuadro13.A.)

B. Registro de información

Las variables medidas, fueron registradas utilizando boletas de campo, diseñadas de acuerdo a las variables a registrar (Cuadro 2.20A y 2.21A).

C. Variables de medición

a. Árboles (DAP > 10 CM)

Las variables registradas fueron; diámetro a la altura del pecho (DAP=1.30 m), altura total y nombre común de la especie (para diferenciar entre latifoliados y palmas). Estas variables se tomaron en las parcelas (1000 m²).

b. Árboles y arbustos (DAP de 2- 9.9 cm)

En la sub parcela de 250 m². Se midió la vegetación dentro de los diámetros de 2- 9.9 cm. Las variables registradas fueron; diámetro a la altura del pecho (DAP=1.30 m), altura total y nombre común de la especie.

c. Hierbas, tallos leñosos y suculentos (DAP < 2 Cm)

Para la vegetación con diámetros < 2 cm, se cortó toda la vegetación de ese diámetro, dentro de la sub parcela de 25 metros cuadrados. Registrando los datos de; el peso total de la muestra fresca en el campo, el peso de la sub muestra vegetal aproximadamente de tres libras (1,362 gr) y la identificación con el número correlativo de la parcela (Cuadro 2.21A).

d. Palmas

Para palmas con diámetros mayores a dos centímetros. Se midió solo la altura del tallo, es decir, desde la base, hasta el lugar donde la madre ya no es visible. Tomando en cuenta que estas superaran el DAP 1.30 metros de altura.

D. Etiquetado de árboles

El Etiquetado de los arboles se realizó en todos los arboles superiores al diámetro mínimo para los arboles (DAP>10cm), con etiquetas de aluminio enumeradas con el número de parcela y número correlativo del árbol. La etiqueta fue colocada clavada 10 cm por debajo de la altura del DAP. Siguiendo la orientación de medición.

2.5.3 Etapa 3: Análisis de laboratorio

A. Secado de las muestras

El secado de las muestras de la vegetación colectada se hizo en el laboratorio del Centro Universitario de Petén (CUDEP), en hornos de secado en las siguientes condiciones:

- Las muestras se colocaron en bolsas de papel identificadas, con agujeros para permitir, la salida de la humedad de la muestra.
- Colocadas dentro del horno sin apilar.
- La temperatura de secado fue 70 grados Celsius, por 24 horas (Pearson, Walker y Brown 2005).
- Se pesó en una balanza semi analítica para determinar el peso seco de la muestra.

2.5.4 Etapa 4: Procesamiento y presentación de la información

A. Cálculo de volumen de árboles (DAP>10cm)

Para determinar el volumen se utilizó el modelo matemático citado por Rodas (2005), para especies de hoja ancha de FAO específica para Guatemala.

$$V = 0.0567 + (0.5074 \times D^2 \times H)$$

Donde:

V= Volumen (m³)

D= Diámetro a 1.3 m de altura (DAP)

H= Altura Comercial (m)

La altura utilizada, fue altura total del árbol y el diámetro del árbol fue con corteza (Volumen Venable).

Los volúmenes fueron calculados por cada individuo (árboles) de la parcela y luego se sumaron los volúmenes de los individuos para tener el volumen total de las unidades muestrales. Se extrapolaron a la unidad de área de hectáreas.

B. Cálculo de volumen de árboles y arbustos (DAP 2-9.9 cm)

Para el cálculo de volumen en estos diámetros se utilizó el modelo general de volumen:

$$\text{Volumen (m}^3\text{)} = \text{área basal (m}^2\text{)} \times \text{factor de forma} \times \text{altura (m)}$$

$$\text{Área basal} = 0.7854 \times (\text{DAP}^2)$$

El factor de forma utilizado fue de 0.8, por que estos diámetros no presentan gran conicidad del fuste (Chávez 2012). El volumen se calculó siguiendo el mismo procedimiento utilizado en los diámetros >10 cm.

C. Estimación de biomasa

Somogyi (2006) citado por Silveira (2007) sostiene que las evaluaciones de la biomasa de forma indirecta se pueden hacer utilizando un volumen de datos de árboles derribados o de pie y se multiplica por un factor apropiado o factores, llamado factores de biomasa (BF), que convierte el volumen de las estimaciones en biomasa.

Para estimar se aplicó un factor único y discreto al volumen venable a fin de derivar la biomasa aérea. El factor utilizado fue el factor de conversión y expansión (BCEF, del inglés *Biomass conversion and expansion factors*). El cual convierte el volumen venable

en peso seco y expande los componentes venables para que se incluyan los no venables (copas de los árboles, ramas, brotes, follaje), tiene como dimensión (t/m^3).

La biomasa para los volúmenes de los diferentes diámetros se obtuvo, seleccionando el valor del factor en el cuadro 22.A, de acuerdo a las existencias en crecimiento (volumen m^3), la zona climática del área y el tipo del bosque.

$$BA = V * BCEF$$

Donde:

BA= Biomasa Aérea en Toneladas (t)

V= Volumen (m^3)

BCEF= Factor de Conversión y Expansión

Dividiendo la biomasa por el tamaño de parcela en hectáreas, obtenemos toneladas de biomasa / hectárea (Cuadro 2.11).

a. Estimación de biomasa en palmas

Para la estimación de biomasa se utilizó un modelo alométrico para la familia de las palmas. Propuesto por Frangí y Lugo (1985) citado por (Márquez 2000).

$$Y = 4.5 + 7.7 * H$$

Donde:

Y = kilogramos de biomasa

H = Altura del tallo en metros

Coefficiente de Determinación (R^2) 0.90

b. Determinación de la biomasa en DAP <2 cm

La determinación de biomasa para hierbas, tallos leñosos y suculentos menores de dos centímetros de DAP, se hizo a través del cálculo de peso seco, para determinar el contenido de humedad según el peso seco y luego se determinó la biomasa:

$$CH = (Phs - Pss) / Phs$$

Donde:

CH= Contenido de humedad

Phs= Peso húmedo de la sub-muestra.

Pss= Peso seco de la sub-muestra

Cálculo de la biomasa:

$$Y = Pht - (Pht * CH)$$

Donde:

Y= Biomasa en gramos

Pht: Peso húmedo total (g)

CH: Contenido de humedad

Los valores obtenidos se dividen dentro de 1, 000,000 para obtener toneladas/ parcela. Dividido por el tamaño de parcela en hectáreas, obtenemos toneladas de biomasa/hectárea (Cuadro 2.11).

c. Biomasa total

La biomasa total de cada parcela fue calculada, sumando la biomasa obtenida para cada vegetación, tomando en cuenta la igualdad de dimensionales (t AB/ 0.1ha- t AB / ha). La biomasa total (Cuadro 2.11) por parcela es igual:

$$AB_{total}/parcela = (Biomasa \text{ DAP} > 10\text{cm}) + (Biomasa \text{ DAP } 2-9.9 \text{ cm}) + (Biomasa \text{ DAP} < 2\text{cm})$$

Donde:

AB= Biomasa

DAP= Diámetro a la altura del pecho (1.30 m)

D. Estimación de la reserva de carbono

MacDicken (1997), citado por Márquez (2000), la fracción de carbono 0.5, se debe a que la literatura indica que en promedio la materia vegetal (Biomasa), contiene un 50% de

carbono, una vez removida el agua (materia seca). Todos los valores obtenidos de biomasa, se multiplicaron por la fracción de carbono de 0.5. El resultado obtenido fue toneladas de carbono, por parcela y por hectárea. (Cuadro 2.12)

E. Estimación de dióxido carbono equivalente

La estimación de dióxido de carbono equivalente, se hace por la conversión internacional de carga de gases de efecto invernadero, que se mide en términos de CO_{2e} (Dióxido de carbono equivalente). La compensación por reducción de emisiones, no se basa en el carbono (C), sino en emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO_{2e}) (White y Minang 2011).

El CO_{2e} se estimó de acuerdo a la relación de pesos moleculares de los elementos (carbono y Oxígeno). Considerando el peso atómico del carbono (12) y del oxígeno (16), una unidad de carbono equivale a 3.67 unidades de dióxido de carbono equivalente $((12+(2*16))/12)= 3.67$ (White y Minang 2011).

Los valores obtenidos se presentan en el Cuadro 2.13.

F. Análisis estadístico del muestreo

El análisis estadístico se hará para conocer, la confiabilidad de los datos generados y las variaciones que los datos puedan tener.

Este análisis consistió en un análisis de medidas de variación, la que nos brinda información de la dispersión y variación de las mediciones realizadas. Las medidas a calcular fueron la varianza (S^2), desviación estándar (S), coeficiente de variación, error estándar y error de muestreo (Cuadro 2.10 y 2.14).

Variable respuesta: tC / ha

Error de Muestreo: $\leq 15 \%$

Nivel de confianza: 95%

Cuadro 2.10 Resumen de modelos estadísticos y descripción de variables

ESTADÍSTICOS	Descripción de Variables
Media aritmética (X).	
$X = \sum Xi/n$	Xi = valor observado de la unidad i-ésima de la muestra. n = número de unidades maestras
Desviación estándar (S).	
$S = \sqrt{(\sum Xi^2 - (\sum Xi)^2 / n) / n-1}$	$\sum Xi^2$ = sumatoria de los cuadrados t CO _{2e} /ha. $(\sum Xi)^2$ = sumatoria de los volúmenes elevadas al cuadrado. n = número de muestras.
Coeficiente de variación (CV)	
$CV = (S/X) * 100$	S = desviación estándar. X = media aritmética.
Error estándar (Sx)	
$Sx = S/\sqrt{n}$	S = desviación estándar. n = número de muestras.
Error de muestreo (E%)	
$E\% = (t (Sx) / X) * 100.$	t = t de student a grados de libertad n-1, con 95% de probabilidades. X = media aritmética. Sx = error estándar.

2.6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1 Biomasa aérea del bosque

Al comprar los diferentes componentes donde se encuentra distribuida la biomasa, de acuerdo al cuadro 2.11, se puede observar que el componente de arboles de DAP >10 cm es el que presenta el mayor contenido de biomasa y así sucesivamente con la disminución del DAP. Esta tendencia se describe de igual forma por White y Minang. (2011) quien hace referencia de la relación que tiene el diámetro con su composición en biomasa. La biomasa arbórea, en los inventarios de bosques tiene la mayor prioridad de medición, por ser la reserva dominante en la biomasa aérea y presentar el menor costo de medición.

La distribución de la biomasa promedio en los distintos componentes del área de estudio es de: 239.75 t/ha para los arboles de DAP>10cm correspondiente al 67.10 % de la biomasa total, en árboles y arbustos de DAP de 2-9.9cm la biomasa promedio fue de 114.39 t/ha teniendo un porcentaje del 32.01 % y para las hierbas, tallos leñosos y suculentos de DAP<2cm la biomasa promedio fue de 3.21 t/ha con el 0.89% del total.

Según Silveira (2007), generalmente solo se miden los diámetros mayores de 10 cm, haciendo caso omiso a los arboles menores de estas dimensiones, que pueden representar hasta un 30 % de la biomasa de un bosque, en este caso se obtuvo una composición del 32.01% para los diámetros 2-9.9 cm, que presenta cierto variación en cuanto al diámetro mínimo que en muchos estudios es de 4-5 cm.

Cuadro 2.11 Valores de biomasa aérea del bosque

Tipo de vegetación	Biomasa promedio t /ha	Área de bosque ha	Biomasa total
Arboles de DAP>10CM	239.75	178.84	42876.89
Árboles y Arbustos de DAP 2-9.9 cm	114.39	178.84	20457.51
Hierbas y Tallos de DAP< 2cm	3.21	178.84	574.08
Total	357.35	178.84	63908.48

2.6.2 Reserva de carbono de la biomasa aérea

La relación entre los diferentes componentes de la vegetación, tiene una distribución porcentual igual que la biomasa, esto se debe a que los valores de biomasa, solo se multiplicaron por la fracción de carbono 0.5, la cual nos indica que por cada tonelada de biomasa, el 50 % es contenido de carbono.

El contenido de carbono promedio para el bosque es de 178.67 toneladas por hectárea (tC/ha), si sabemos que el área total del bosque es de 178.84 hectáreas inventariadas, al extrapolar el contenido de carbono promedio, por el área total se obtiene que la reserva de carbono (Stock de Carbono) es de 31,953.34 toneladas de carbono almacenado en el bosque de la comunidad Se'tzol. El Cuadro 2.12, presenta los valores de carbono promedio para cada tipo de vegetación estudiada, el total de carbono promedio por hectárea, el carbono total del tipo de vegetación, de acuerdo al área de bosque y el Stock carbono de la biomasa aérea total.

Cuadro 2.12 Valores de reservas de carbono

Tipo de vegetación	Carbono promedio t /ha	Área de bosque ha	Carbono total
Arboles de DAP>10CM	119.87	178.84	21437.55
Árboles y Arbustos de DAP 2-9.9 cm	57.20	178.84	10229.65
Hierbas y Tallos de DAP < 2cm	1.605	178.84	286.14
Total	178.67	178.84	31953.34

Las hierbas y tallos de DAP<2cm, tienen un contenido de carbono promedio de 1.605 tC/ha, donde la desviación estándar con respecto a la media muestral es de ± 45.87 tC/ha. Se puede analizar que el contenido de carbono de las hierbas y tallos de diámetros >2cm, están dentro del rango de variabilidad, por lo tanto esta vegetación no debe tomarse en cuenta a la hora de realizar un inventario, ya que aumenta el trabajo, el tiempo y los costos.

2.6.3 Dióxido de carbono equivalente

A fin de estandarizar el efecto de las emisiones de diversos gases, por convención internacional la carga de gases de efecto invernadero se mide en términos de CO₂ equivalente, representado como CO_{2e}. El Dióxido de carbono equivalente se obtuvo de la multiplicación del carbono por la relación del peso molecular, entre el CO₂ y el carbono elemental, donde la relación es 3.62 (White y Minang. 2011).

De acuerdo a los valores obtenidos podemos decir que el potencial de emisión del bosque de la comunidad Se'tzol es de: 117,163.45 toneladas de CO_{2e}. Muchas veces también llamadas emisiones evitadas.

Para estimar las emisiones, necesitamos saber la superficie de bosque liquidado o aprovechado y la cantidad de carbono almacenada en los bosques. (Holly, Brown, Niles y Foley 2007)

El Cuadro 2.13 describe los valores de dióxido carbono equivalente (CO_{2e}) promedio para cada tipo de vegetación medida, el total de CO_{2e} promedio por hectárea, el CO_{2e} total del tipo de vegetación, de acuerdo al área de bosque y el Stock CO_{2e} de la biomasa aérea total.

Cuadro 2.13 Distribución del dióxido de carbono equivalente

Tipo de vegetación	Carbono equivalente t /ha	Área de bosque ha	tCO_{2e} total
Arboles de DAP>10CM	439.52	178.84	78603.76
Árboles y Arbustos de DAP 2-9.9 cm	209.72	178.84	37506.32
Hierbas y Tallos de DAP< 2cm	5.89	178.84	1053.37
Total	655.13	178.84	117163.45

2.6.4 Análisis estadístico

A. Media aritmética

La media aritmética obtenida sobre los valores de carbono total de la biomasa aérea por parcela fue de 178.675 toneladas de carbono por hectárea (tC/ha).

B. Límites de confianza

El límite de confianza superior obtenido fue 198.516 tC/ha y el inferior 158.835 tC/ha.

Lo que nos indica que la media obtenida a partir de la muestra difiere de la media poblacional dentro de los límites de confianza obtenidos. Con un nivel de confianza del 95%.

C. Desviación estándar

Se obtuvo que el promedio de desviación entre los datos muestreados es de ± 45.878 tC/ha, con respecto a la media muestral.

D. Coeficiente de variación

El coeficiente de variación obtenido fue 25.677 %, el cual nos indica la desviación de los datos muestreados, en porcentajes para que se pueda comparar la variabilidad de poblaciones con diferentes medias.

E. Error estándar

El error estándar obtenido fue de 9.566, el cual nos indica el desvío de las medias muestrales respecto a la media poblacional. Afectado por un valor de "t" student que tuvo un valor de 2.074, con un nivel de confianza del 95% a n-1 grados de libertad.

F. Error de muestreo

Con un 95% de confianza, el valor de la media poblacional esta en un rango mas menos 11.104%, con respecto a la media muestral.

El cual nos indica que el error está por debajo del máximo esperado que era del 15% permitido, para el inventario.

Cuadro 2.14 Resumen de valores de análisis estadístico

Estadísticos	
Límite Superior	198.516 tC / ha
Media aritmética	178.675 tC / ha
Límite Inferior	158.835 tC / ha
Desviación estándar	45.878 tC / ha
Coefficiente de Variación	25.677 %
Error estándar	9.566
Error de Muestreo	11.104 %

2.7 CONCLUSIONES

1. Con base en los resultados obtenidos, la distribución de la biomasa aérea esta en mayor cantidad en los diámetros mayores a 10 cm, con un valor promedio por hectáreas de 239.75 toneladas correspondiente al 67.10 % del total de la biomasa, seguido de los árboles y arbustos de 2-9.9 cm de diámetro con un valor promedio por hectárea de 114.39 t/ha con un porcentaje del 32.01% y por último el contenido de las hierbas, tallos leñosos y suculentos de diámetros menores de 2 cm con un promedio por hectárea de 3.2 t/ha con el 0.89 % del total.
2. La densidad de carbono se estimó en 178.67 toneladas por hectárea, que en comparación con estudios relacionados en Guatemala en bosques latifoliados la densidad es alta.
3. Se determinó que la reserva de carbono almacenada, del bosque de 178.84 hectáreas de la comunidad Se'tzol es de: 31,953.34 toneladas.
4. El potencial de emisión de GEI, expresado en términos de dióxido de carbono equivalente, de acuerdo a estándares de conversión internacionales, el área de bosque, tiene una reserva de dióxido de carbono equivalente de 117,163.45 toneladas.

2.8 RECOMENDACIONES

1. Diseñar un inventario regional, para estimar las reservas de carbono en el área propuesta para la implementación del proyecto de reducción de emisiones por deforestación y degradación forestal en la región sub nacional del Caribe.
2. Debido a que el mayor contenido de carbono en la biomasa aérea, está distribuido en los diámetros superiores a 2 cm, se recomienda que al inventariar otra área de la región, descartar los diámetros menores.
3. Los resultados generados son completamente validos para el área de estudio y se pueden tomar como referencia, para obtener estimaciones a nivel regional o global, tomando en cuenta los criterios y condiciones en que fueron generados.
4. La biomasa almacenada en el bosque es de: 63,908.48 toneladas, lo que representa una alta reserva de combustible, que considerando la variabilidad climática actual, existe el riesgo de que se produzcan incendios forestales. Por lo que se recomienda que se realicen fajas rompe fuego para la protección y conservación del bosque.

2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Arrecís López, E. 2006. Institucionalidad rural vinculada con la conservación del recurso hídrico en la micro cuenca del río Caquijá, Sierra Santa Cruz, Izabal, Guatemala. Tesis MSc. Socioecon. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 153 p.
2. Barrios, R. 1996. 50 áreas de interés especial para la conservación en Guatemala. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Centro de Conservación, Centro de Estudios Conservacionistas. 171 p. Citado por: Arrecís, L. 2006. Institucionalidad rural vinculada con la conservación del recurso hídrico en la microcuenca del río Caquijá, Sierra Santa Cruz: Izabal, Guatemala. Tesis MSc. socioecon. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 153 P.
3. Carrera, F. 1996. Guía para la planificación de inventarios forestales en la zona de usos múltiples de la reserva de la biosfera maya, Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 44 p.
4. Camacho Calvo, M. 2000. Parcelas permanentes de muestreo en bosque tropical: guía para el establecimiento y medición. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 52 p.
5. CINFOR (Centro Internacional para la Investigación Forestal, ID). 2009. Avancemos con REDD: problemas, opciones y consecuencias. Indonesia. 172 p.
6. Conté, L; Quinteros, C. 1999. Actualización del estudio técnico del área de sierra Santa Cruz. Guatemala, Defensores de la Naturaleza. 86 p.
7. Córdova, AL. 2001. Estimación de biomasa y carbono para *Pinus oocarpa*, *P. maximinoi* H.E. Moore y *P. caribaea* Morelet. var hondurensis en bosques naturales de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 57 p.
8. Chávez, W. 2011. Diseño de inventarios forestales (entrevista). Guatemala, Fundación para el Eco Desarrollo (FUNDAECO).
9. _____. 2012. Estimación de biomasa (entrevista). Guatemala, Fundación para el Eco Desarrollo (FUNDAECO).
10. Holly K, G; Brown, S; Niles, J; Foley, J. 2007. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: making REDD a reality. US, Winrock International. 24 p.
11. IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, US). 2006a. Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra 25(4):1-36.

- 12._____. 2006b. Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: metodologías genéricas aplicables a múltiples categorías del uso de la Tierra. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra 4:1-66.
- 13._____. 2006c. Directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: tierras forestales. Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra 4:1-93.
- 14.Lemus Alvarado, A. 2010. Identificación de estrategias de conservación mediante análisis cartográfico y de paisaje en el área de protección especial, sierra Santa Cruz, Izabal. T. de Graduación Ing. Agro. Guatemala. USAC. 106 p.
- 15.Márquez, L. 2000. Elementos técnicos para inventarios de carbono en uso del suelo. Guatemala, Fundación Solar. 36 p.
- 16.Navarrete, D; Vallejo, A. 2011. Densidades de carbono para la región de referencia del norte de Guatemala. *In* Taller Proyecto Redd+ en ZUM/RBM. Flores, Guatemala, Carbon Decisions International. 28 diapositivas.
- 17.Orozco, L. 2004. Planificación de manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 340 p.
- 18.Orozco, L; Brumér, C. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 278 p. (Serie Técnica, Manual Técnico no 50).
- 19.Pearson, T; Walker, S; Brown, S. 2005. Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects. US, Winrock International. 64 p.
- 20.Pinelo Morales, GI. 2000. Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 52 p.
- 21.Pinto, GA. 2002. Diagnóstico metodologías para estimación de fijación de carbono en especies forestales de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 23 p.
- 22.Silveira, P. 2007. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais, Curitiba, Parana. Floresta 38(1):185-206.
- 23.White, D; Minang, P. 2011. Estimación de los costos de oportunidad de REDD+: manual de capacitación, versión 1.3. Washington, DC, US, Banco Mundial. 292 p.

2.10 ANEXOS

Cuadro 2.15A Coordenadas de los puntos de muestreo

No. Parcela	Nombre de la parcela	COORDENADAS UTM-ZONA 16-	
		X	Y
1	Se Aax	251013	1759799
2	Chi ruuj ha	251263	1759795
3	Tzinte'	250509	1759557
4	Se Kunche'	250759	1759553
5	Ich'malay	251009	1759549
6	Se Pom	250755	1759303
7	Se k'anxan	249746	1758820
8	Se kumum	250496	1758807
9	Se k'ixhu	249492	1758574
10	Se sachenag	249742	1758570
11	Se b'olb'	249992	1758566
12	Se xat	250242	1758561
13	Se ochoch pek	250492	1758557
14	Se saltul	249988	1758316
15	Se xich' muy	250238	1758311
16	Se jul halau	249984	1758065
17	Se Okok	250234	1758061
18	Se muy	249980	1757815
19	Se leech	250480	1757807
20	Se k'inam	250225	1757561
21	Se amche'	250475	1757557
22	Se ch'naha	250471	1757307
23	Se si'ki	250717	1757053

Cuadro 2.16A Valores de biomasa, carbono y dióxido de carbono equivalente, estimados por parcelas y por hectárea (DAP<2cm).

No. Parcela	Nombre de la Parcela	Biomasa		Carbono		CO ₂ e	
		t /0.1ha	t /ha	t /0.1ha	t /ha	t /0.1ha	t /ha
1	Se Aax	0.292	2.92	0.146	1.46	0.535	5.35
4	Se kunche'	0.315	3.15	0.157	1.57	0.577	5.77
8	Se kumum	0.416	4.16	0.208	2.08	0.763	7.63
12	Se xat	0.177	1.77	0.089	0.89	0.325	3.25
16	Se jul halau	0.376	3.76	0.188	1.88	0.690	6.90
20	Se k'inam	0.351	3.51	0.176	1.76	0.644	6.44
	Media	0.321	3.21	0.161	1.61	0.589	5.89

Cuadro 2.17A Valores de biomasa, carbono y dióxido de carbono equivalente, estimados por parcela y por hectárea (DAP de 2cm a 9.9cm).

No. Parcela	Nombre de la parcela	Biomasa		Carbono		CO ₂ e	
		t /0.1ha	t /ha	t /0.1ha	t /ha	t /0.1ha	t /ha
2	Chi ruuj ha	10.71	107.06	5.35	53.53	19.63	196.28
4	Se kunche'	13.22	132.23	6.61	66.11	24.24	242.42
6	Se pom	6.85	68.54	3.43	34.27	12.56	125.65
8	Se kumum	16.47	164.71	8.24	82.36	30.20	301.98
10	Se sachenag	9.78	97.79	4.89	48.90	17.93	179.29
12	Se xat	12.74	127.39	6.37	63.69	23.35	233.55
14	Se saltul	21.22	212.17	10.61	106.08	38.90	388.98
16	Se jul halau	5.94	59.44	2.97	29.72	10.90	108.98
18	Se muy	7.89	78.88	3.94	39.44	14.46	144.61
20	Se k'inam	9.36	93.60	4.68	46.80	17.16	171.61
22	Se ch'naha	11.65	116.51	5.83	58.25	21.36	213.60
	Media	11.44	114.39	5.72	57.20	20.97	209.72

Cuadro 2.18A Valores estimados de biomasa, carbono y dióxido de carbono equivalente, por parcela y por hectárea (DAP >10cm).

No. Parcela	Nombre de la Parcela	Biomasa		Carbono		CO ₂ e	
		t /0.1ha	t /ha	t /0.1ha	t /ha	t /0.1ha	t /ha
1	Se Aax	30.39	303.86	15.19	151.93	55.71	557.07
2	Chi ruuj ha	25.29	252.86	12.64	126.43	46.36	463.59
3	Tzinté	26.62	266.24	13.31	133.12	48.81	488.10
4	Se kunche'	15.56	155.61	7.78	77.80	28.53	285.28
5	Ich' malay	26.60	266.04	13.30	133.02	48.77	487.74
6	Se pom	19.94	199.45	9.97	99.72	36.57	365.65
7	Se k'anxan	27.20	272.00	13.60	136.00	49.87	498.66
8	Se kumum	13.44	134.44	6.72	67.22	24.65	246.48
9	Se k'ixhu	28.39	283.91	14.20	141.95	52.05	520.49
10	Se sacheñaq	31.36	313.60	15.68	156.80	57.49	574.92
11	Se b'olb'	38.30	382.96	19.15	191.48	70.21	702.10
12	Se xat	21.36	213.65	10.68	106.82	39.17	391.68
13	Se ochoch pek	20.41	204.10	10.20	102.05	37.42	374.18
14	Se saltul	34.32	343.25	17.16	171.62	62.93	629.29
15	Se xich' muy	11.82	118.18	5.91	59.09	21.67	216.66
16	Se jul halau	14.87	148.69	7.43	74.35	27.26	272.60
17	Se okok	24.56	245.59	12.28	122.79	45.02	450.25
18	Se muy	19.04	190.37	9.52	95.18	34.90	349.01
19	Se leech	32.26	322.62	16.13	161.31	59.15	591.48
20	Se k'inam	43.31	433.12	21.66	216.56	79.40	794.04
21	Se amche'	3.57	35.68	1.78	17.84	6.54	65.42
22	Se ch'naha	26.57	265.74	13.29	132.87	48.72	487.19
23	Se si'ki	16.22	162.20	8.11	81.10	29.74	297.37
	Media	23.97	239.75	11.99	119.87	43.95	439.53

Cuadro 2.19A Valores totales estimados de biomasa, carbono y dióxido de carbono equivalente, por parcela y por hectárea.

No. Parcela	Nombre de la parcela	Biomasa		Carbono		CO ₂ e	
		t /0.1ha	t /ha	t /0.1ha	t /ha	t /0.1ha	t /ha
1	Se Aax	42.15	421.46	21.07	210.73	77.27	772.68
2	Chi ruuj ha	37.05	370.47	18.52	185.23	67.92	679.19
3	Tzinté	38.38	383.84	19.19	191.92	70.37	703.71
4	Se kunche'	27.32	273.21	13.66	136.61	50.09	500.89
5	Ich' malay	38.36	383.65	19.18	191.82	70.34	703.35
6	Se pom	31.71	317.05	15.85	158.53	58.13	581.26
7	Se k'anxan	38.96	389.60	19.48	194.80	71.43	714.27
8	Se kumum	25.20	252.05	12.60	126.02	46.21	462.09
9	Se k'ixhu	40.15	401.51	20.08	200.76	73.61	736.10
10	Se sacheñaq	43.12	431.20	21.56	215.60	79.05	790.53
11	Se b'olb'	50.06	500.57	25.03	250.28	91.77	917.71
12	Se xat	33.13	331.25	16.56	165.63	60.73	607.29
13	Se ochoch pek	32.17	321.70	16.09	160.85	58.98	589.79
14	Se saltul	46.09	460.85	23.04	230.43	84.49	844.90
15	Se xich' muy	23.58	235.78	11.79	117.89	43.23	432.27
16	Se jul halau	26.63	266.30	13.31	133.15	48.82	488.21
17	Se okok	36.32	363.19	18.16	181.60	66.59	665.86
18	Se muy	30.80	307.97	15.40	153.99	56.46	564.62
19	Se leech	44.02	440.23	22.01	220.11	80.71	807.09
20	Se k'inam	55.07	550.72	27.54	275.36	100.97	1009.65
21	Se amche'	15.33	153.29	7.66	76.64	28.10	281.03
22	Se ch'naha	38.33	383.34	19.17	191.67	70.28	702.80
23	Se si'ki	27.98	279.81	13.99	139.90	51.30	512.98
	Media	35.74	357.35	17.87	178.68	65.51	655.14

Cuadro 2.22A Tabla de Factores de conversión y expansión (BCEF).

FACTORES DE CONVERSION Y EXPANSION DE BIOMASA POR DEFECTO (BCEF), TON BIOMASA (M ³ DE MADERA) ¹		BCEF para la expansión del volumen de existencias venables en crecimiento a biomasa aérea (BCEF _a).								
Zona climática	Tipo de bosque	BCEF	Nivel de existencias en crecimiento(m ³)							
			<20	21-50	51-100	>100				
Boreal	Pinos	BCEF _s	1,2 (0,85-1,3)	0,68 (0,50-0,72)	0,57 (0,52-0,65)	0,5 (0,45-0,58)				
	Alerces	BCEF _s	1,22 (0,9-1,5)	0,78 (0,7-0,8)	0,77 (0,7-0,85)	0,77 (0,7-0,85)				
	Abetos y piceas	BCEF _s	1,16 (0,8-1,15)	0,66 (0,55-0,75)	0,58 (0,5-0,65)	0,53 (0,45-0,605)				
	Maderas duras	BCEF _s	0,9 (0,7-1,2)	0,7 (0,6-0,75)	0,62 (0,53-0,7)	0,55 (0,5-0,65)				
Templado			<20	21-40	41-100	100-200	>200			
	Maderas duras	BCEF _s	3,0 (0,8-4,5)	1,7 (0,8-2,6)	1,4 (0,7-1,9)	1,05 (0,06-1,4)	0,8 (0,55-1,1)			
	pinos	BCEF _s	1,8 (0,6-2,4)	1,0 (0,65-1,5)	0,75 (0,6-1,0)	0,7 (0,4-1,0)	0,7 (0,4-1,0)			
	Otras coníferas	BCEF _s	3,0 (0,7-4,0)	1,4 (0,5-2,5)	1,0 (0,5-1,4)	0,75 (0,4-1,2)	0,7 (0,35-0,9)			
Mediterráneo, tropical seco, subtropical			<20	21-40	41-80		>80			
	Maderas duras	BCEF _s	5,0(2,0-8,0)	1,9(1,0-2,6)	0,8(0,6-1,4)		0,66(0,4-0,9)			
	coníferas	BCEF _s	6,0(3,0-8,0)	1,2(0,5-2,0)	0,6(0,4-0,9)		0,55(0,4-0,7)			
Tropical Húmedo			<10	11-20	21-40	41-60	61-80	80-120	120-200	>200
	Coníferas	BCEF _s	4,0(3,0-6,0)	1,75(1,4-2,4)	1,25(1,0-1,5)	1,0(0,8-1,2)	0,8(0,7-1,2)	0,76(0,6-1,0)	0,7(0,6-0,9)	0,7(0,6-0,9)
	Bosques Naturales	BCEF _s	9,0(4,0-12,0)	4,0(2,5-4,5)	2,8(1,4-3,4)	2,05(1,2-2,5)	1,7(1,2-2,2)	1,5(1,0-1,8)	1,3(0,9-1,6)	0,95(0,7-1,1)

Nota: los valores inferiores de los rangos para BCEF_s se aplica se la definición de existencia en crecimiento incluye ramas, puntas de tallos y arboles dañados; los valores superiores se aplican si las ramas y las copas no son parte de las existencias en crecimiento, si los diámetros mínimos en la definición de existencia en crecimiento son grandes, si el volumen de lo inventariado está próximo al límite inferior o si las densidades básicas de la madera son relativamente altas.

Fuente: IPCC,2006.

Cuadro 2.23A Beneficios y limitaciones de los métodos disponibles para estimar las reservas de carbono forestal a nivel nacional.

MÉTODO		DESCRIPCIÓN	BENEFICIOS	LIMITACIONES	INCERTIDUMBRE
Promedio de biomasa		Estimados de reservas promedio de carbono forestal para categorías forestales amplias, basados en diversas fuentes de datos de insumos.	<ul style="list-style-type: none"> • Disponible inmediatamente. • El refinamiento de datos puede incrementar exactitud. • Uniforme a nivel global. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bastante general • El muestreo de fuentes de datos no permite describir áreas grandes. 	Alta
Inventarios forestales		Relacionan las mediciones en el terreno del diámetro o Volumen de los árboles con las reservas de carbono forestal utilizando relaciones alométricas	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de relaciones genéricas. • Método de baja tecnología, entendido ampliamente. • Relativamente económico ya que la mano de obra para el trabajo de campo es el costo más alto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relaciones genéricas, no son apropiadas para todas las regiones. • Es difícil producir resultados uniformes a nivel global. 	Baja
Sensoramiento remoto	Sensores remotos ópticos	Utiliza ondas visibles e infrarrojas para medir índices espectrales y se correlacionan con las mediciones en el terreno de carbono forestal (ej. Landsat, MODIS)	<ul style="list-style-type: none"> • Datos satelitales recolectados rutinariamente y disponibilidad sin costo a escala global. • Uniforme a nivel global. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad limitada para desarrollar buenos modelos para bosques tropicales. • Los índices espectrales se saturan en reservas de carbono bastante bajas. • Puede ser complejo a nivel técnico 	Alta
	Sensores remotos ópticos de alta resolución (aéreos)	Usa imágenes de alta resolución (- 10-20 cm) para medir la altura de un árbol y el área de la copa y alometría para calcular las reservas de carbono (ej.	<ul style="list-style-type: none"> • Reduce el tiempo y el costo que lleva recopilar datos en el inventario forestal. • Nivel de exactitud razonable. • Excelente 	<ul style="list-style-type: none"> • Cubre áreas pequeñas solamente (10,000 ha). • Puede ser costoso y complejo a nivel técnico. • No hay disponibilidad 	Baja-media

		Fotografías aéreas, imágenes aéreas digitales 3-D)	verificación en el terreno para la línea de base de la deforestación.	de relaciones alométricas basadas en áreas de copa.	
	Sensores remotos-radar	Utiliza señales de microondas o de radar para medir la estructura forestal vertical (ej. ALOS PALSAR, ERS-1, JERS-1, Envisat)	<ul style="list-style-type: none"> • En general, los datos satelitales no tienen costo. • Se lanzaron nuevos sistemas en 2005. Se espera que brinden mejores datos. • Puede ser exacto para bosques jóvenes o ralos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Menos precisos en doseles complejos de bosques maduros debido a la saturación de la señal. • El terreno montañoso también aumenta la posibilidad de errores. • Puede ser costoso y difícil desde el punto de vista técnico. 	Media
	Sensores remotos – laser (ej. Lidar)	Lidar emplea impulsos láser para estimar la altura y estructura vertical del bosque (ej. Sistema satelital Carbon 3-D combina Lidar de bosque y vegetación (VCL) con horizontal Imager).	<ul style="list-style-type: none"> • Estima con precisión la variabilidad espacial total de las reservas de carbono forestal. • Existe el potencial de estimar las reservas de carbono forestal a nivel global con base en un sistema de satélites. 	<ul style="list-style-type: none"> • Única opción: sensores aéreos. • Sistema satelital aún carece de financiamiento. • Necesita considerables datos de campo para realizar ajustes. • Puede ser costoso y difícil desde el punto de vista técnico. 	Baja-media

Fuente: CINFOR 2009

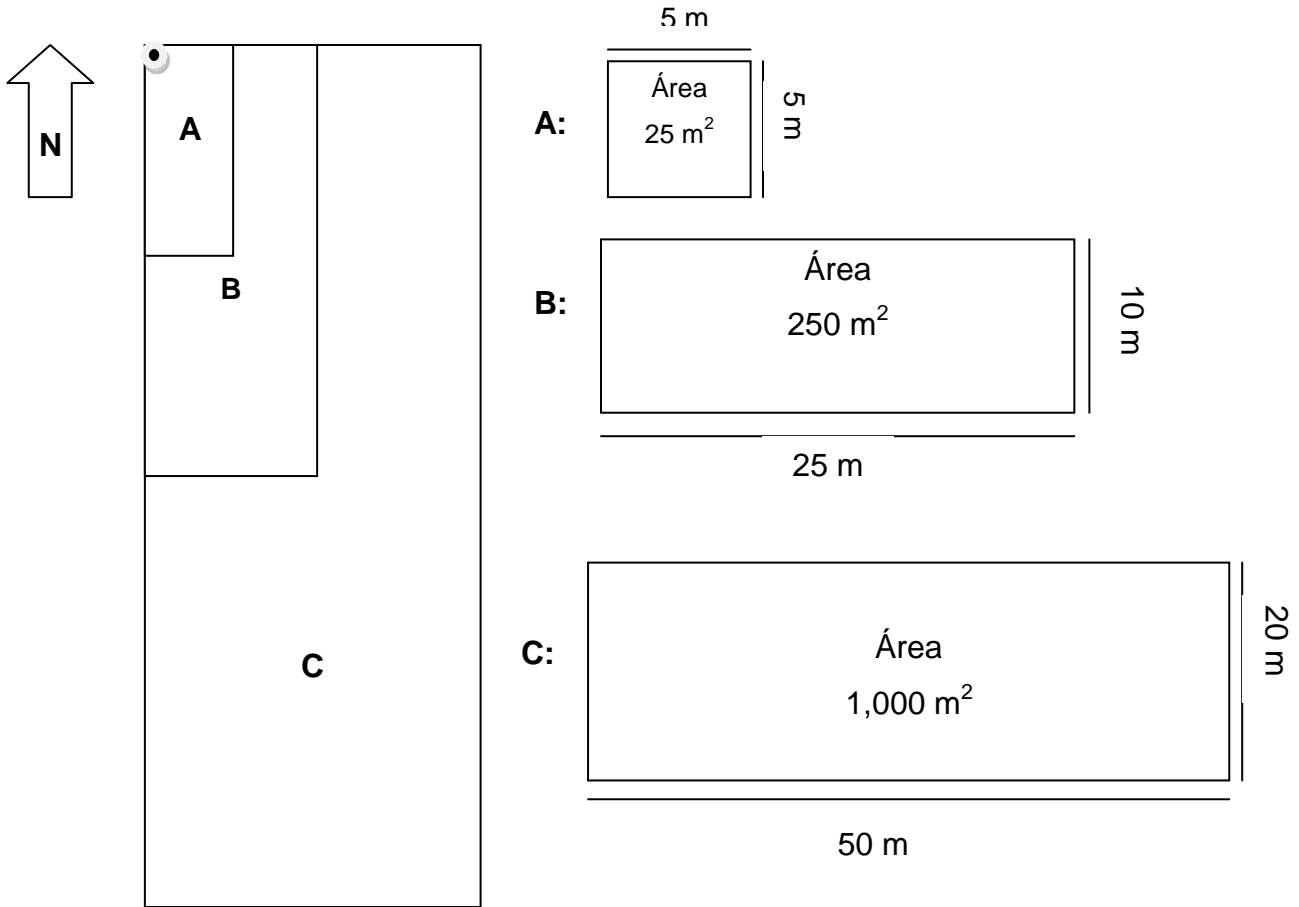


Figura 2.6A Forma y áreas de las parcelas

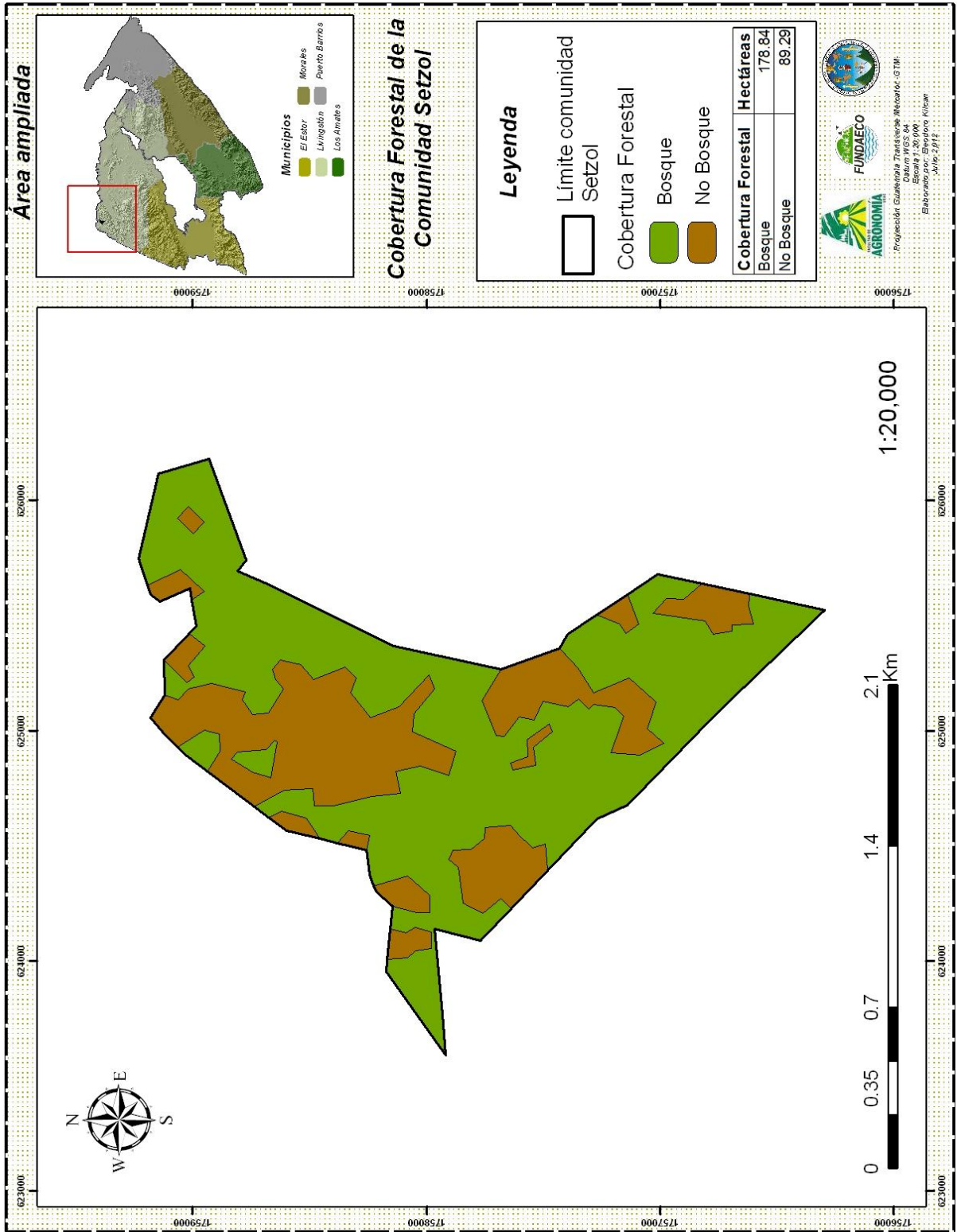


Figura 2.7A Distribución de la cobertura forestal.

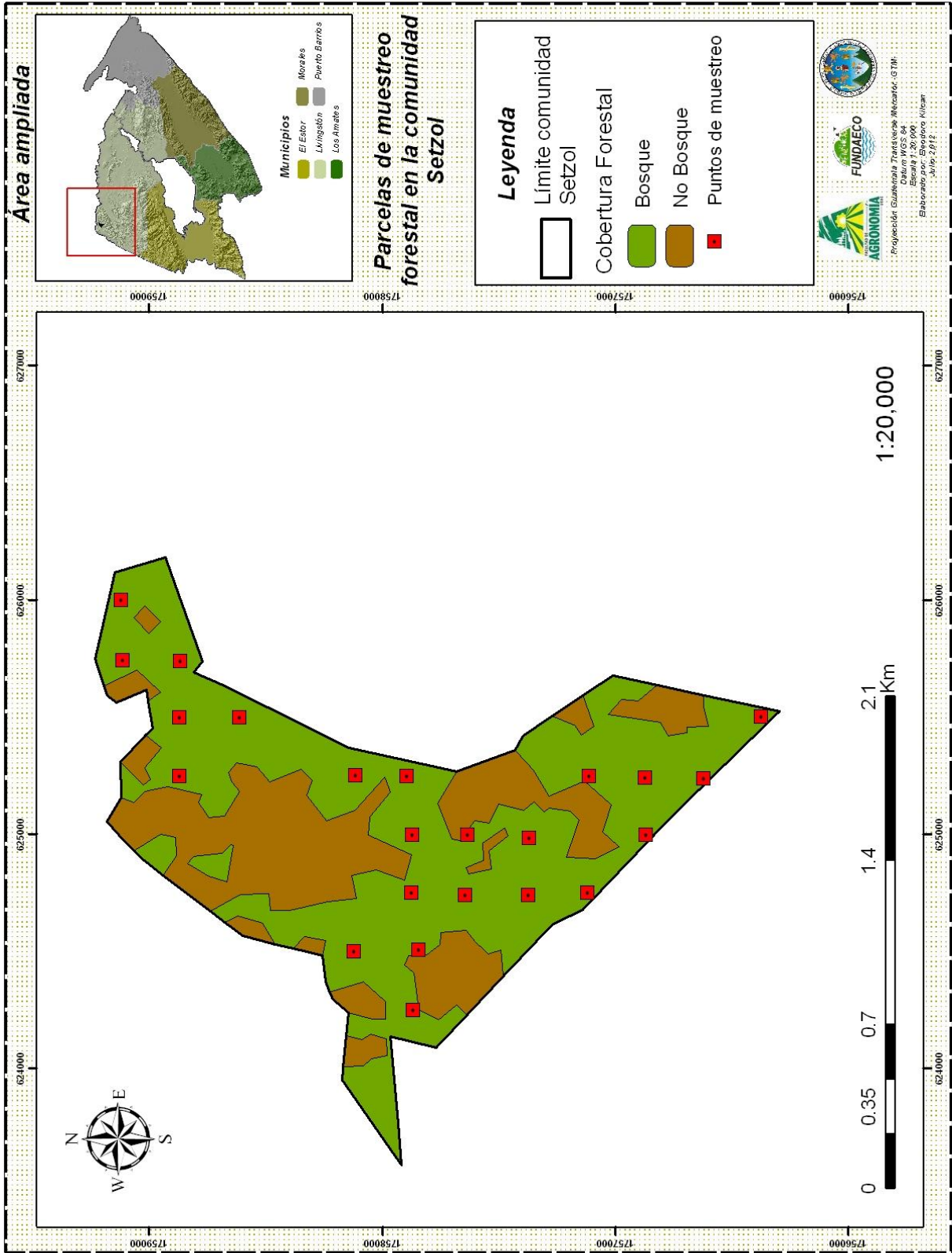


Figura 2.8A Distribución de parcelas de muestreo

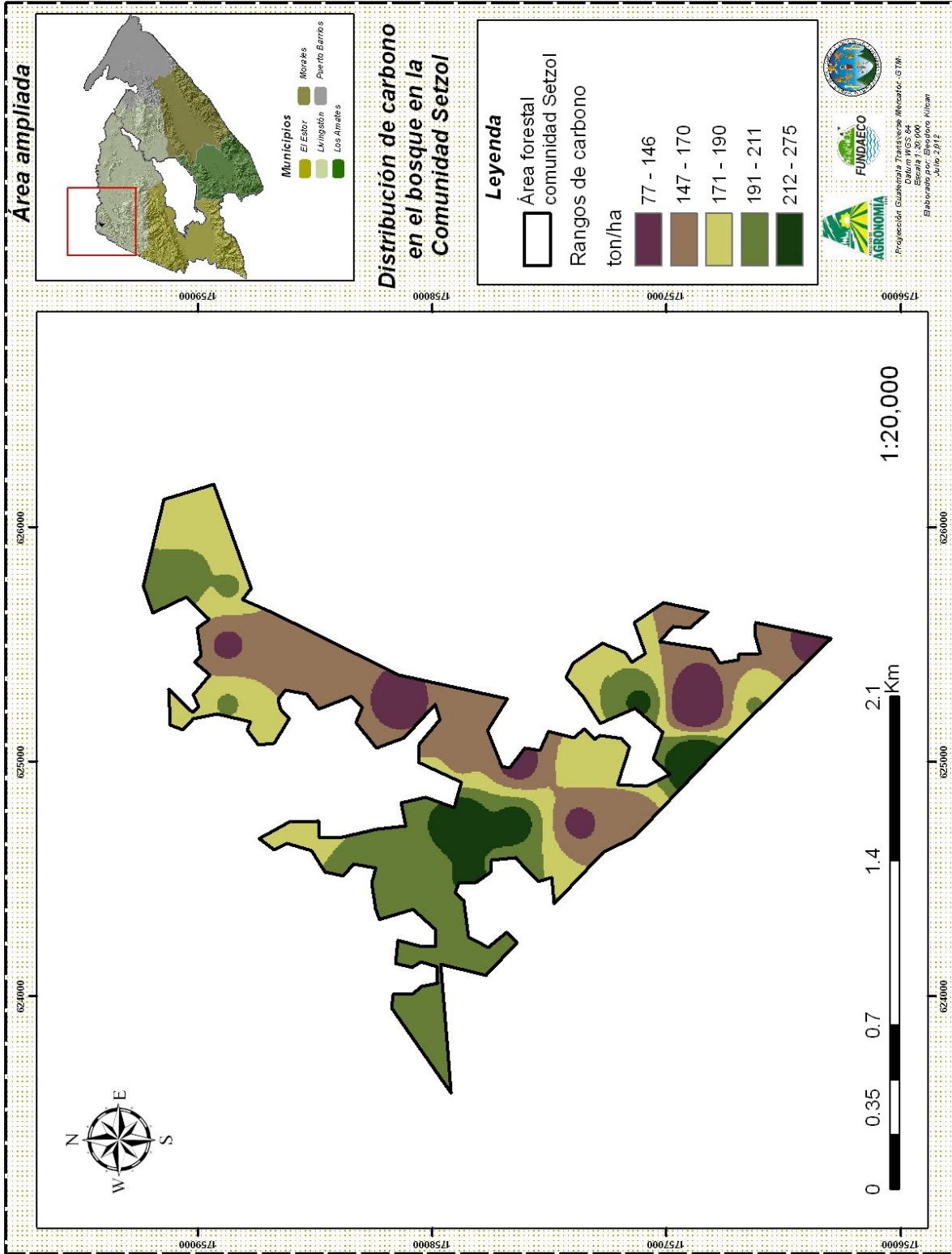


Figura 2.9A Distribución del carbono en el bosque

CAPÍTULO III

SERVICIOS REALIZADOS

3.1 PRESENTACIÓN

Los servicios durante el Ejercicios Profesional Supervisado (EPS), fueron realizados como un aporte a las necesidades institucionales para la conservación de los recursos naturales, y biodiversos de Guatemala y de Sierra Santa Cruz.

Actualmente se esta trabajando en la iniciativa de implementación de un proyecto de reducción de emisiones por deforestación y degradación de los recursos forestales (REDD⁺). Donde la conservación forestal y el desarrollo comunitario van de la mano, por lo que es necesario socializar la información del proyecto en las diferentes comunidades, para que conozcan el objetivo, los beneficios y los compromisos del proyecto con las comunidades, y las comunidades con el proyecto.

En Sierra Santa Cruz el número de comunidades a informar es muy grande, por lo que se apoyo la socialización del proyecto para cubrir todas las comunidades del área.

El segundo servicio consistió en la generación de un listado bilingüe de especies arbóreas, el cual surge de la necesidad de conocer los nombres en castellano y posteriormente su clasificación taxonómica. Ya que los nombres generados en el campo durante la investigación de Estimación del carbono almacenado en la comunidad Se'tzol, fueron en idioma q'eqchi.

Esta lista de especies viene a ser una herramienta de apoyo al equipo técnico, en posteriores trabajos de investigación.

3.2 SERVICIO 2: SOCIALIZACIÓN DE LA INICIATIVA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE REDUCCIÓN DE EMISIONES POR DEFORESTACIÓN Y DEGRADACIÓN (REDD⁺) FORESTAL, EN LAS COMUNIDADES DE SIERRA SANTA CRUZ, LIVINGSTON, IZABAL.

3.2.1 Objetivos

A. General

- Informar a las comunidades de Sierra Santa Cruz, sobre el proyecto de reducción de emisiones por deforestación y degradación (REDD⁺).

B. Específico

- a. Reunir a dirigentes de 15 comunidades, para dar a conocer la iniciativa del proyecto.
- b. Visitar 10 comunidades para reunirse con todos los integrantes de cada comunidad.

3.2.2 Metodología

A. Reunión de dirigentes comunitarios

Esta reunión se realizó para presentar la iniciativa del proyecto propuesta, además pudieran informar a su comunidad. La actividad se llevo acabo de la siguiente manera:

- Convocatoria a los representantes de las 15 comunidades, con una semana de anticipación.
- Traslado de los representantes a la comunidad Se`tzol, lugar donde se llevo acabo la reunión.
- Presentación expositiva de la información, según la agenda de presentación (Cuadro 1). Traducida al idioma q`eqchi.
- Traslado de retorno de los representantes a sus comunidades de procedencia.

B. Reuniones comunitarias

Esta actividad se llevo acabo, a través de la visita a las comunidades para dar a conocer la propuesta de forma directa a todos los integrantes de las distintas comunidades.

- Coordinar la visita a las distintas comunidades con una semana de anticipación.
- Visitar las comunidades en las diferentes fechas programadas.
- Presentación expositiva de la información, según la agenda de presentación (Cuadro 1). Traducida en idioma q'eqchi.

Cuadro 3.24 Programa de la presentación

PROGRAMA DE LA PRESENTACIÓN	Tiempo Estimado
1. Bienvenida (a todos los presentes)	5 min
2. Presentación (puntos a tratar): <ul style="list-style-type: none"> • Nombre del Proyecto. • Fundamentos del Proyecto. • Cobertura del Proyecto • Beneficiarios del Proyecto, • Presentación del Proyecto • Compromisos con las comunidades. • Compromisos de las comunidades. • Firma de Acuerdos de Conservación. 	45 min
3. Dudas y Preguntas de los participantes	30 in

3.2.3 Resultados

A. Comunidades participantes en la reunión de dirigentes comunitarios

Se tuvo la participación en la reunión intercomunitaria de los 15 representantes de los COCODES de las comunidades de:

1. Se`tzol.
2. Nueva las Tortugas.
3. Creke Gallo.
4. Sierra Santa Cruz Rubel Ho.
5. Squi`tzul.
6. Rubel Cacao.
7. Nuevo Nacimiento Moxela.
8. Cerró blanco.
9. Sasaquiquib.
10. Sasaquiepec.
11. Tamagaz
12. Sahila.
13. Chinacadenas.
14. Angel ha.
15. Sesab.



Figura 3.10 Reunión con los dirigentes comunitarios

B. Comunidades visitadas en las reuniones comunitarias

Se logro visitar las 10 comunidades planificadas, las cuales fueron:

Cuadro 3.25 Programa de comunidades a visitar

<i>COMUNIDAD</i>	<i>FECHA DE VISITA</i>
Sepac	26 de Julio
Se`tzol	15 de Agosto
Cerro Blanco	25 de Agosto
Sesaquiquib	25 de Agosto
Rubel cacao	26 de Agosto
Creke Gallo	10 de Octubre
Nueva las Tortugas	26 de Octubre
Nuevo Nacimiento Moxela	27 de octubre
Sesab	2 de Noviembre
Sesaquipic	3 de Noviembre



Figura 3.11 Reuniones comunitarias

3.2.4 Evaluación

- La reunión con los dirigentes comunitarios fue realizada con la participación de todas las comunidades convocadas, las cuales fueron 15.
- Se visitaron todas las comunidades programadas para realizar las reuniones comunitarias, en las fechas programadas.

3.3 SERVICIO 2: GENERACIÓN DEL LISTADO TÉCNICO BILINGÜE Q'EQCHI-CASTELLANO DE ESPECIES ARBÓREAS EXISTENTES EN LA COMUNIDAD DE SE'TZOL, SIERRA SANTA CRUZ, LIVINGSTON, IZABAL.

3.3.1 Objetivos

A. General

- Generar un listado de nombres de las especies en los idiomas q'eqchi, castellano y taxonómicos, de la comunidad Se'tzol, Sierra Santa Cruz, Izabal.

B. Específico

- a. Enlistar el mayor número de nombres comunes en idioma q'eqchi.
- b. Traducir los nombre de q'eqchi a castellano.
- c. Investigar el nombre taxonómico del listado de especies.

3.3.2 Metodología

- Se tomó el nombre de las especies encontradas en el inventario realizado en la comunidad Se`tzol, Sierra Santa Cruz, Izabal. Como fuente primaria el listado de especies en idioma Q'eqchi.
- Con la ayuda del personal de guarda recursos bilingües, se realizó la traducción de los nombre, tomando en cuenta que la traducción literal de los nombres no define en varias especies el nombre en castellano de la especie.

- Se ordeno alfabéticamente en forma descendente, de acuerdo al nombre en castellano.
- Con la ayuda del listado de las principales especies forestales de Guatemala del Instituto Nacional de Bosques (INAB), listado de especies de los planes de manejo y estudio técnico de Sierra Santa Cruz, se determinaron los nombres taxonómicos de las diferentes especies.
- Se elaboró una tabla de tres columnas en la cual se describen, en la primera columna el nombre de la especie en Q'eqchi, en la segunda el nombre en castellano y en la tercera el nombre taxonómico de las especies.

3.3.3 Resultados

A. Listado bilingüe de especies

El listado generado fue de 60 especies con sus distintos nombres.

Cuadro 3.26 Listado bilingüe de especies

No.	Q'EQCHI	CASTELLANO	TECNICO O CIENTIFICO
1	Xyawch'é	Achiote de Palo	<i>Vismia mexicana</i>
2	Ooche'	Aguacate palo	<i>Nectandra spp.</i>
3	Kaqi' ho	Aguacate Rojo	<i>Nectandra spp.</i>
4	siqi, xiqui	Aguacatillo	<i>Nectandra spp.</i>
5	Ookok	Amapola	<i>Bombax ellipticum</i>
6	Juj	Amate	<i>Ficus spp.</i>
7	Huku'ch	Amatillo	<i>Ficus spp.</i>
8	P'ak	Anona	<i>Annona sp.</i>
9	Roc Mal	Cabo de Acha	<i>Luehea speciosa</i>
10	Che quix	Cacho de Toro	<i>Bucidas buceras</i>
11	Che tiuc	Caimito	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>
12	Chocop	Cañamito	<i>Aspidisperma megalacarpum</i>
13	ixim yaum	Cedrillo	<i>Guarea excelsa</i>

14	Tul'che´	Chechen	<i>Metopium browneii</i>
15	Saqi tujul'che	Chechen blanco	<i>Metopium browneii</i>
16	Kaqi' muy	Chico Rojo	<i>Manikara spp.</i>
17	Muy	Chico Zapote	<i>Manikara spp.</i>
18	Bolb	Cola de Pava	<i>Cupania verticulata</i>
19	Kaqi' bol	Cola de pava rojo	<i>Cupania spp.</i>
20	Choc'Locte	Cola Marrano	<i>Pithecolobium arboreum</i>
21	Pomte	Copal pon	<i>Potrium copal</i>
22	Mococh	Corozo	<i>Attalea cohune Mart.</i>
23	Xukuyuk kiche´	Danto	<i>Tapirira macrophyllma</i>
24	Icino	Encino	<i>Quercus sp.</i>
25	Mees	Escoba	<i>Eugenia xalapensis</i>
26	Tem	Franelo	<i>Hieronima alchomeoides A.</i>
27	Kean max	Frijol de Mico	<i>Phyllocarpus septentrionelis</i>
28	Iximché	Frijolillo	<i>Pithecellobium albicans</i>
29	Kaqi'pac	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>
30	Pojor	Guarumo	<i>Cecropia peltata</i>
31	Kaqi Patache'	Guayabo Rojo	<i>Psidium biloculare</i>
32	Tiaxte	Irayol	<i>Genipa americana</i>
33	Qinam	Jocote Frayle	<i>Astronium fraxinifolium</i>
34	Pok'	Jocote Jobo	<i>Spondias mombim L.</i>
35	Poki'max	Jocote Mico	<i>Ximenia americana</i>
36	PookK'	Jovillo	<i>Astronium graveolens</i>
37	A'kte	Lancetillo	<i>Astrocaryum mexicanum Liebm.</i>
38	Zuchaj	Laurel	<i>Copaifera aromatica</i>
39	Cante'che	Madre Cacao	<i>Glicida guatemalensis</i>
40	K' ante che'	Madre Cacao	<i>Glicida guatemalensis</i>

41	Chi coot	Majawa	<i>Belotia campbelli</i>
42	Cha hip	Mecate	<i>Heliocarpus mexicanus</i>
43	Caki' bach	Mecate Liso Rojo	<i>Heliocarpus spp.</i>
44	Canxan	Naranja	<i>Terminalia amazonia</i>
45	Q'iib	Pacaya	<i>Chamaedorea tepejilote</i> Liebm. Ex Mart.
46	Saqi'che	Palo Blanco	<i>Sibistax donell Smity.</i>
47	Cacaj	Palo de Jiote	<i>Bursera simaruba</i>
48	La' mux' che	Limoncillo	<i>Trichilia sp.</i>
49	saq`imuy	Palo de Vaca	<i>Couma guatemalensis</i>
50	Ixim Pens	Pimientillo	<i>Eugenia laevis</i>
51	Jorba Mal	Quiebra Acha	<i>Wimmeria bartlettii</i>
52	Eqiche´	Rozul Negro	<i>Dalbergia spp</i>
53	Leeche	Santa Maria	<i>Calophyllum brasillensis</i>
54	Wa'chil	Tamarindillo	<i>Dialium guianense</i>
55	Saltul	Zapote	<i>Pouteria mammosa</i>
56	Eqi'tzol	Zapotillo	<i>Peuteria unilocularis</i>
57	saqi' tzol	Zapotillo Blanco	<i>Pouteria spp.</i>
58	Xol'ja	Zapotillo de Agua	<i>Clethra sp.</i>
59	Kaqi' Tzol	Zapotillo Rojo	<i>Pouteria unilocularis</i>
60	K'upte'	Zorro	<i>Schizolobium parahibum</i>

3.3.4 Evaluación

- De un aproximado de 250 especies encontradas en el campo, fue posible la traducción a castellano de 103 especies.
- La meta del listado a generar era de 75 especies, pero el listado obtenido fue de 60 nombres en idioma q'eqchi, castellano y taxonómico.