UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ESTIMACIÓN DE BIOMASA Y CARBONO ACUMULADO EN PLANTACIONES JÓVENES DECAOBA (*Swietenia macrophylla* King) Y KAYA (*Khaya senegalensis*King) ESTABLECIDAS EN CUATROCOMUNIDADES DE SAN ESTEBAN, OLANCHO

POR

WALDINA FABIOLA VASQUEZ MEZA

TESIS

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

LICENCIADA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE



CATACAMAS, OLANCHO **HONDURAS, CA.**

MAYO, 2018

ESTIMACION DE BIOMASA Y CARBONO ACUMULADO EN PLANTACIONES JÓVENES DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King) Y KAYA**(***Khaya senegalensis* King)ESTABLECIDAS EN CUATRO COMUNIDADES DE SAN ESTEBAN, OLANCHO

POR

WALDINA FABIOLA VASQUEZ MEZA

OSCAR FERREIRA, M.Sc.
Asesor principal

TESIS PRESENTADA LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

LICENCIADA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

CATACAMAS, OLANCHO **HONDURAS, CA.**

MAYO, 2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE

PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA

Reunidos en la Sala de Información Geográfica (SIG) adscrita al Departamento Académico Manejo de Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Nacional de Agricultura el: **M Sc. OSCAR IVÁN FERREIRA CATRILEO, M Sc. ANA MIREYA SUAZO SUAZO** y el **M Sc. NOELIA TOMASA LARIOS BOJORQUEZ,** miembros del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

La estudiante **WALDINA FABIOLA VASQUEZ MEZA,** del IV Año de la carrera de Recursos Naturales y Ambiente, presentó su informe.

"ESTIMACIÓN DE BIOMASA Y CARBONO ACUMULADO EN PLANTACIONES JÓVENES DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* King) Y KAYA (*Khaya senegalensis* King) ESTABLECIDAS EN CUATRO COMUNIDADES DE SAN ESTEBAN, OLANCHO"

El cual a criterio de los examinadores, aprobó este requisito para optar al título de Licenciado en Recursos Naturales y Ambiente.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los diez días del mes de mayo del año dos mil dieciocho.

M Sc. OSCAR IVÁN FERREIRA CATRILEO
ASESOR PRINCIPAL

M Sc. ANA MIREYA SUAZO SUAZO
ASESOR AUXILIAR

M Sc. NOELIA TOMASA LARIOS BOJORQUEZ
ASESOR AUXILIAR

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida, fortaleza, capacidad y sabiduría para entender y enfrentar las dificultades que se me han presentado durante todo este proceso de formación.

A MI TIA

María del Rosario Hernández mi segunda madre por brindarme su apoyo incondicional esto cuatro años, que aun con sus limitaciones ha dado todo su empeño para hacerme llegar hasta donde he llegado gracias madre por tu empeño por tu dedicación por todo ese tiempo que has de dicado hacia mí.

A MIS PADRES

Ana Rosa Meza y Leónidas Vásquezpor brindarme su apoyo, su esfuerzo y todo su empeño me han hecho llegar hasta donde he llegado por darme fuerzas para seguir adelante y por esos valores que me inculcaron que me han ayudado mucho para mi formación. Desde lo más profundo de mi corazón les digo los amó padres gracias por creer en mí.

A MIS HERMANOS

Ingrid Anabel, Yessy Ariany, Owen Eduardo, Allan Fabricio, Mildred Rosario, Pedro Josué, Marian, Estefany, Lexer Albertopor siempre estar ahí dándome ánimo y consejos para seguir adelante y lograr cumplir todas mis metas**.**

A Mis TIOS

Juan Alberto Isis Marlen, Delmy Suyapa, Mayra Yamileth, Geronima García Por su apoyo incondicional en mi estancia en la Universidad les agradezco de corazón tantos consejos que me han ayudado a salir adelante a pesar de las dificultades que he tenido.

MI HERMANA/ Y MI ABUELA

Shelsy Ana Rosa Vasquez Meza (QDDG) por haber compartido momentos únicos en nuestra infancia vivirá siempre en mi mente y en mi corazón. A mi abuela **María Lorenza Hernández (QDDG)**por siempre brindarme consejos y cuidarme de todo sin su ayuda no estuviera donde estoy, Siempre vivirá en mi mente y en mi corazón.

A MI COMPAÑERO

Pedro Antonio Montufar Santosque en paz descanses amigo, gracias por tantos consejos y por tantas cosas que compartimos, te llevo en mi mente y mi corazón y sé que desde lo alto tú compartes este triunfo conmigo.

AGRADECIMIENTO

A DIOS

Agradezco primeramente a Dios por darme sabiduría, fortaleza, perseverancia, inteligencia para poder cumplir mis metas, gracias Dios por ser fiel y ayudarme a salir adelante.

A MIS PADRES Y MI TIA

Por apoyarme incondicionalmente estos cuatro años de mis estudios universitarios y por estar ahí dándome consejos cada vez que los necesito

A MI ALMA MATER

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA por haberme brindado el apoyo durante estos cuatro años y permitirme culminar mis estudios universitarios.

A LA CRUZ ROJA HONDUREÑA/ SUIZA

Ya que fue a través de ellos que logre obtener los fondos económicos para llevar a cabo la realización de este estudio, especialmente al Ingeniero Carlos Montes por habernos dado la oportunidad de realizar dicho estudio.

AL PERSONAL TECNICO DE LA CRUZ ROJA DE SAN ESTEBAN, OLANCHO

Personal técnico del municipio de San Esteban por acompañarme en la investigación y hacerme parte de las diferentes actividades que se llevan a cabo de los dos componentes en los que se trabaja. Agradecer especialmente al licenciado **William Jácome** por haberme apoyado en el trabajo de campo.

A MIS ASESORES DE TESIS

Especialmente quiero agradecer al M.Sc Oscar Ferreira por compartir sus amplios conocimientos sobre la investigación y a mis asesores secundarios por darme el apoyo y compartir sus conocimientos conmigo, gracias por sus consejos que han sido y seguirán siendo de mucho provecho gracias a M.Sc Ana Mireya Suazo y a M.Sc Noelia Larios.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Por haberme brindado su apoyo moral en estos cuatro años y por estar conmigo en todo momento y brindarme sus consejos que los he tomado y seguiré tomándolos muy en cuenta, especialmente**a Gladys Villafranca** por ser más que una amiga para mí y estar siempre ahí cuando más la necesito, agradecerle también a **Silvia Alejandra, Fredy Peña, Jean Carlós Santamaría, Eduardo Quintero, María Ángel Villanueva, Kathy Sales, Adalicia Velasquez, Mirna Yamileth, Servando Wilfredo Mejía**por apoyarme siempreen. Todo momento.

A CRISTIAN MARELL PORTILLO LARA

Por su apoyo en el desarrollo de la investigación, siempre le estaré muy agradecida.

A LOS REPTILES

Mi grupo de estudio (Gladys Villafranca, Abel Padilla, Fredy Peña, Eduardo Quintero, Pedro Montufar (Q.D.D.G.)) por siempre estar conmigo dándome ánimos para seguir adelante.

CONTENIDO

Pág.
DEDICATORIA ..... **ii**
AGRADECIMIENTO ..... **iv**
CONTENIDO ..... **vi**
LISTA DE CUADROS ..... **viii**
LISTA DE FIGURAS ..... **x**
LISTA DE ANEXOS ..... **xi**
RESUMEN ..... **xii**
I. INTRODUCCIÓN **1**
II. OBJETIVOS **3**
2.1 General 3
2.2 Específicos 3
III. REVISION DE LITERATURA **4**
3.1 Cambio climático 4
3.2 Los instrumentos jurídicos de las Naciones Unidas 5
3.2.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático 5
3.2.2 Protocolo de Kyoto 6
3.2.3 Acuerdo de París 6
3.3 Efecto invernadero 6
3.4 Captura de carbono 8
3.5 Fijación de carbono 9
3.6 Caoba del atlántico(*Swietenia macrophylla*) 10
3.6.1 Hábitat 11
3.7 Kaya (Khaya senegalensis) 12
3.7.1 Descripción del árbol 12
3.7.2 Usos del paisaje 12
3.7.3 Otros usos 12
3.7.4 Importancia de la madera 13
VI. MATERIALES Y METODO **15**
4.1.2 Ubicación del estudio 15
4.2 Materiales y equipo 16
4.3 Actores participantes en el estudio 16

4.4 Metodología 18
4.4.1 Reconocimiento de la zona 18
4.4.2 Medición de las plantaciones 18
4.5.3 Determinación del carbono acumulado 22
4.5.4 Elaboración detablas de rendimiento 23
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN **24**
5.1 Volumen de los árboles 25
5.2 Biomasa acumulada **26**
5.3 Tablas de volumen por comunidad 28
5.3.1 Comunidad Las Manzanas 28
5.3.2 Comunidad de San Agustín Blanco 29
5.3.3 Comunidad El Rodeo 29
5.3.4 Comunidad de Miracielo 30
VI CONCLUSIONES **31**
VII. RECOMENDACIONES **32**
VIII. BIBLIOGRAFIAS **33**

LISTA DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Número de árboles en las plantaciones de kaya en cinco comunidades en San Esteban Olancho,asistidas por la Cruz Roja Hondureña 24

Cuadro 2 Resultados obtenidos de cada una de las comunidades incluidas en el estudio del municipio de San Esteban, Olancho. 26

Cuadro 3 Cuadro comparativo de los resultados obtenidos de cada una de las fincas de los productores de las comunidades incluidas en el estudio del municipio de San Esteban, Olancho..... 27

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Tabla volumen de las plantaciones de kaya de la comunidad Las Manzanas del municipio de San Esteban, Olancho 28

Tabla 2. Tabla de volumen de las plantaciones de kaya de la comunidad de San Agustín Blanco del municipio de San Esteban, Olancho 29

Tabla 3. Tabla de volumen de las plantaciones de kaya del municipio El Rodeo del municipio de San Esteban, Olancho 29

Tabla 4. Tabla de volumen de las plantaciones de kaya de las comunidades de San Agustín Prieto y Miracielo del municipio de San Esteban, Olancho 30

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio en San Esteban, Olancho 15

Figura 2. Actores que participaron en el estudio realizado en la Cruz Roja Hondureña, en el municipio de San Esteban, Olancho 17

Figura 3. Forma de medición utilizado en plantaciones de kaya, en las comunidades del municipio de San Esteban, Olancho 19

Figura 4. Esquema para calcular el volumen de árbol con la fórmula de Smalian (Aguilar 2010) 20

Figuras 5 Número de plantas encontradas en las finca de las comunidades incluidas en el estudio del municipio de San Esteban, Olancho 25

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Formato utilizado para el levantamiento de información de los árboles de las diferentes plantaciones de las comunidades del municipio de San Esteban, Olancho 37
Anexo 2. Georreferenciación de las diferentes comunidades donde se realizó el estudio del municipio de San Esteban, Olancho 38
Anexo 3. Toma de puntos para la realización de mapas de cada una de las plantaciones ... 38
Anexo 4. Medición de las variables dasométricas en las plantaciones de kaya del municipio de San Esteban, Olancho 38
Anexo 5. Medición de las variables dasométricas en las plantaciones de kaya del municipio de San Esteban, Olancho 39
Anexo 6. Medición del diámetro de la base de los árboles, medición del diámetro a la atura al pecho de los arboles 39
Anexo 7. Plantas de diferente tamaño que se encontraron en las plantaciones de las comunidades del municipio de San Esteban, Olancho 40
Anexo 8. Lista de códigos por productor de cada una de las comunidades del municipio de San Esteban, Olancho 40
Anexo 9. Croquis de la comunidad Las Manzanas 41
Anexo 10. Croquis de la parcelas de la comunidad El Rodeo 43
Anexo 11. Croquis de las parcela de la comunidad San Agustín Prieto 44
Anexo 12. Croquis de las parcelas de la comunidad de San Agustín Blanco 45
Anexo 13. Croquis de las parcelas de la comunidad de Miracielo 46

Vásquez Meza, WF. 2018. Estimación de biomasa y carbono acumulado en plantaciones jóvenes de caoba (*Swietenia macrophylla* King)y kaya (*Khaya senegalensis*King), establecidas en cuatro comunidades de San Esteban, Olancho. Honduras. Tesis Lic. RRNN. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Olancho, Honduras. C.A. 66 p.

RESUMEN

El estudio consistió en estimar el carbono acumulado en la biomasa arbórea de los árboles de caoba (*Swietenia macrophylla* King) y kaya (*Khaya senegalensis*King)en cuatro comunidades del municipio de San Esteban, Olancho. Se evaluaron 13fincascon edades de 12 y 24 meses de edad. Se tomaron en cuenta todos los árboles de las fincas y se midió el diámetro a la altura de la base, el diámetro a la altura al pecho y la altura total de los árboles. En el caso de que se encontraran plantas con menos de 50 cm de altura solo se contaban el número de plantas por finca. Para determinar el volumen de los árboles se utilizó la fórmula de Smalian. Los volúmenes encontrados por finca variaron siendo el valor más alto 0.0659 m³, y el más bajo0.0008 m³. La biomasa se calculó multiplicando el volumen de los árboles por la densidad de la madera, siendo el resultado más 0.0462 ton-'.y el más bajo 0.0006 ton-' y Para el cálculo de carbono acumulado se utilizó la biomasa y el coeficiente de carbono, encontrando datos entre 0.0231 ton-', que es el valor más alto y 0.0003 ton-' que es el resultado más bajo de carbono. De acuerdo a tabla de rendimiento de volumen a los 24 meses los mejores resultados en volumen de biomasa los tendrá las fincas de la comunidad Miracielo.

Palabras claves: Cambio climático**,** Factor de forma, Smalian, variables dasométricas y volumen del árbol

I. INTRODUCCIÓN

Honduras es un país en el que se estima que cerca del 80% del suelo es de vocación forestal, el cual en un gran porcentajeestá cubierto por bosques naturales de conífera y latifoliado. Cabe mencionar que Honduras cuenta con un gran potencial en recursos forestal de este un 70% pertenece a bosque conífera y un 30% al bosque latifoliado, así mismo estos bosques representan un gran potencial para alcanzar mayores y mejores niveles de desarrollo mediante el uso sostenido de sus recursos naturales, sin embargo, con el pasar del tiempo se han ido deforestando, provocando grandes impactos ambientales como ser la destrucción de hábitat de diferentes especies, la erosión de los suelos, las altas temperaturas, el incremento de los gases de efecto invernadero, entre otros(Sosa 2013).

Una de las principales causa del incremento de los gases de efecto invernadero (GEI), son las actividades antropogénicas como la deforestación de los bosques, la quema irracional de los combustibles fósiles provocando así el aumento de gases de efecto invernadero como dióxido de carbono (CO_2), óxido nitroso (N_2O), metano (CH_4) y ozono (O_3) siendo el más dañino de estos el dióxido de carbono que provoca serios problemas en el cambio climático (Manzano2008).

Según Guerra *et al.* (2001) visualizan a los bosques como un medio para mitigar las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), considerados los causantes del cambio climático, particularmente el dióxido de carbono (CO_2), el gas con mayor participación y que se fija a través del proceso de fotosíntesis. Así, para contrarrestar las emisiones de carbono (C), un número creciente de empresas y agencias de gobierno de diferentes países 12 están considerando planes para establecer plantaciones, mejorar el manejo de bosques y preservar bosques naturales.

La captura y almacenamiento de carbono es una técnica con la que se pretende reducir las emisiones de CO_2. La captura de carbono es una de las funciones más importantes de un ecosistema ya que permite reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero (Barnasar 2010).

Este estudio surge como respuesta a la necesidad de información relacionada a plantaciones forestales, como medio para mitigar los efectos de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera. Hoy en día este tipo de estudios son trascendentales ya que con ellos se puede apreciar el valor que tiene el hecho de plantar árboles y la protección de los mismos, siendo las plantaciones forestales alternativas factible para contrarrestar parte de las emisiones de gases desplazados a la atmosfera por parte de las grandes industrias, las quemas de los bosques, la utilización de combustibles fósiles entre otros. Por lo cual pretende dar a conocer, la importancia de los bosques como sumideros de dióxido carbono y de esa forma enfocarla como una alternativa para reducir la deforestación (Mamani 2011).

Un ejemplo de lo anterior son las plantaciones que se encuentran en el municipio de San Esteban, Olancho, donde la Cruz Roja Hondureña/Cruz Roja Suiza, están promoviendo plantar árboles forestales en varias comunidades, la finalidad es promover el uso adecuado de los recursos naturales realizando un manejo más adecuado y amigable con el ambiente.

II. OBJETIVOS

2.1 General

Estimar la biomasa y el carbono acumulado en plantaciones jóvenes de caoba*(Swietenia macrophylla)*ykaya (*Khaya senegalensis*King)establecidasen cuatro comunidades de San Esteban, Olancho

2.2 Específicos

a. Medir las variables dasométricas de las plantaciones jóvenes de caoba y kaya en cuatrocomunidades de San Esteban, Olancho

b. Calcular la biomasa acumulada utilizando la información dasométrica medida en las plantaciones de caoba y kayaen San Esteban, Olancho

c. Estimar el carbono actual de las plantaciones de caoba y kaya en cuatro comunidades de San Esteban, Olancho

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Cambio climático

Una de las mayores preocupaciones a nivel mundial es la influencia que ha tenido y tendrá el calentamiento global y por tanto el cambio climático en los diferentes sectores económicos Especialmente en los países en vías desarrollo los cuales presentan mayor vulnerabilidad y menor resiliencia en su población. Las observaciones científicas que empezaron a realizarse hace unas décadas indicaron un calentamiento global del planeta además de encontrar un incremento en la frecuencia de eventos extremos que se evidencian a través de inundaciones, sequias, olas de calor entre otros (FONADE y IDEAM 2013).

Según Connolly (2007) por cambio climático se entiende, un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la de la atmosfera global y que se suma a la variabilidad natural observada del clima durante periodos de tiempos comparable. Las variables climáticas están influenciadas por cambios naturales, como ser: el efecto del desarrollo de las sociedades humanas. El cambio climático global asociado al aumento potencial de la temperatura superficial del planeta, es uno de los problemas ambientales más severos que se enfrentan en el presente siglo.El cambio climático es uno de los mayores desafíos de nuestro tiempo y supone una presión adicional para nuestras sociedades y el medio ambiente.

Desde pautas meteorológicas cambiantes, que amenazan la producción de alimentos, hasta el aumento del nivel del mar, que incrementa el riesgo de inundaciones catastróficas, los efectos del cambio climático son de alcance mundial y de una escala sin precedentes.

Si no se toman medidas drásticas desde hoy, será más difícil y costoso adaptarse a estos efectos en el futuro (ONU 2016).

El cambio climático es uno de los problemas ecológicos más severos que se propician por el incremento delas emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), este fenómeno tendrá repercusiones particularmente graves para los ecosistemas naturales, coadyuvando a la perdida y degradación de la riqueza biótica del planeta (Ordóñez y Masera 2001).

Se ha identificado que las emisiones de gases de efecto invernadero proveniente de las actividades humanas son la principal causa del cambio climático global. Los gases de efecto invernadero inducidos por las actividades humanas son principalmente los siguientes: Dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O),de estos el dióxido de carbono es el mayor contribuyente al calentamiento global (Connolly 2007).

3.2 Los instrumentos jurídicos de las Naciones Unidas

3.2.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

El sistema de las Naciones Unidas está a la vanguardia de los esfuerzos para salvar nuestro planeta. En 1992, la Cumbre para la Tierra dio lugar a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) como primer paso para afrontar el problema. Hoy en día cuenta con una composición casi universal. Un total de 197 países han ratificado la convención, convirtiéndose en partes de la misma. El objetivo final de la convención es prevenir una interferencia humana "peligrosa" con el sistema climático.

3.2.2 Protocolo de Kyoto

En 1995 los países iniciaron las negociaciones para fortalecer la respuesta mundial al cambio climático y, dos años después adoptaron el Protocolo de Kyoto. Este obliga jurídicamente a los países desarrollados que son parte a cumplir unas metas de reducción de las emisiones. El primer período de compromiso del protocolo comenzó en 2008 y finalizó en 2012. El segundo período de compromiso empezó el 1 de enero de 2013 y terminará en 2020. Hoy en día hay 197 partes en la convención y 192 en el Protocolo de Kyoto.

3.2.3 Acuerdo de París

En la 21ª Conferencia en París, las partes en la CMNUCC alcanzaron un acuerdo histórico con el objetivo de combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las acciones y las inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono. El Acuerdo de París se basa en la Convención y, por primera vez, agrupa a todas las naciones bajo una causa común: realizar ambiciosos esfuerzos con el objetivo de combatir el cambio climático y adaptarse a sus efectos, con mayor apoyo para ayudar a los países en desarrollo a que lo hagan. De esta manera, define un nuevo camino en el esfuerzo climático a nivel mundial.

El principal objetivo del Acuerdo de París es reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático manteniendo el aumento de la temperatura mundial en este siglo por debajo de los 2 ˚C con respecto a los niveles preindustriales y proseguir con los esfuerzos para limitar aún más el aumento de la temperatura a 1,5 ˚C.

3.3 Efecto invernadero

El efecto invernadero es un fenómeno natural, que se ha convertido en una amenaza medio ambiental debido al incremento de la temperatura que este produce en el planeta, este

fenómeno se ha visto alterado principalmente por las actividades antropogénicas como ser la quema de combustibles fósiles, por la combustión de derivados del petróleo, gas natural y carbón mineral, además esto incluye la destrucción de los ecosistemas forestales (Guerra 2006).

La energía solar que atraviesa la atmosfera en forma de luz visible debe liberarse al espacio dentro de un determinado periodo de tiempo en las mismas proporciones en que fue absorbida por la tierra, no obstante, parte de esta energía es retenida por el vapor de agua y otros gases presentes en la atmosfera, impidiendo que esta sea devuelta de inmediato y dando lugar al fenómeno llamado efecto invernadero. Este es un proceso natural que ha sido alterado por la influencia antropogénica provocando elevaciones en la temperaturas del planeta (Connolly 2007).

Esta retención de la energía hace que la temperatura sea más alta, aunque hay que entender bien que, al final, en condiciones normales, es igual la cantidad de energía que llega a la Tierra que la que esta emite. Si no fuera así, la temperatura de nuestro planeta habría ido aumentando continuamente, cosa que, por fortuna, no ha sucedido. Podríamos decir, de una forma muy simplificada, que el efecto invernadero lo que hace es provocar que la energía que llega a la Tierra sea "devuelta" más lentamente, por lo que es "mantenida" más tiempo junto a la superficie y así se mantiene la elevación de temperatura (Barahona 2000).

El cambio climático es una de las mayores amenazas que enfrenta la humanidad ya que este afecta a las actividades humanas de forma directa como indirectamente. El calentamiento global es una de las causas más evidentes que trae el cambio climático este se da por las altas emisiones de los gases de efecto invernadero debido a esto ha surgido una alternativa llamada captura o almacenamiento de carbono que tiene como finalidad reducir las emisiones de CO_2 debido a que este es un gas muy perjudicial para la atmosfera (Sandoval 2004).

Los gases de efecto invernadero (GEI) que se encuentran en la atmósfera, como el dióxido de carbono, absorben parte de esta radiación producida por la Tierra y la envían en todas las direcciones. El efecto neto de este fenómeno es el calentamiento de la superficie del planeta a la temperatura actual (Rodríguez y Mance 2009).

3.4 Captura de carbono

Los bosques, en particular, juegan un papel de gran importancia en el ciclo global del carbono, puesto que permanentemente intercambian CO_2 con la atmósfera a través de la fotosíntesis y respiración. Además, se transforman en fuentes de emisión de CO_2, cuando son perturbados por causas naturales o antrópicas. Los bosques, almacenan grandes cantidades de carbono en su biomasa, tanto en los componentes aéreos (tronco, ramas, corteza, hojas) como subterráneos (raíces finas y raíces gruesas) igualmente, acumula carbono en suelo mediante su aporte orgánico a través de la necromasa (Nadler 2001).

Por tanto los bosques son considerados como sumideros, puesto que hacen transferencia neta de CO_2, del aire a la vegetación y al suelo, donde son almacenados. La captura de carbono se realiza únicamente durante el estado de desarrollo de los árboles. Los árboles absorben CO_2 atmosférico, junto con otros elementos en el suelo y en el aire, para convertirlos en biomasa expresada principalmente en forma de madera. La cantidad de CO_2 que un árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual de la biomasa en el árbol, multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono (Jara 2001).

La captura de carbono es una técnica que se refiere a la capacidad que tienen los bosques en retener una cierta cantidad promedio de carbono por hectárea con el fin de que sea liberado gradualmente a la atmosfera en un tiempo determinado, con ello se pretende reducir las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) que son producto en su mayoría por las actividades antropogénicas.

Para definir la cantidad de carbono en las plantaciones solo se tomaran en cuenta aquellas plantas que tengan mayor edad. Esta técnica se realiza únicamente cuando los árboles se encuentran en su etapa de desarrollo. Los árboles captan el CO_2 de la atmosfera, junto con otros elementos en el suelo y en el aire, para convertirlos en biomasa indicada ya sea en forma de madera (CAEM 2011).

Según Montoya (1995) a través de la fotosíntesis, la vegetación asimila CO_2atmosférico, forma carbohidratos y gana volumen. Los bosques (conífera y latifoliado) del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% del flujo anual de carbono de la atmósfera y de la superficie de la tierra(Zamora 2007).

3.5 Fijación de carbono

Según Melo *etal* (2009) los bosques, en particular, juegan un papel de gran importancia en el ciclo global del carbono, puesto que permanentemente intercambian CO_2 con la atmósfera a través de la fotosíntesis y respiración. Además, se transforman en fuentes de emisión de CO_2, cuando son perturbados por causas naturales o antrópicas. Los bosques, almacenan grandes cantidades de carbono en su biomasa, tanto en los componentes aéreos (tronco, ramas, corteza, hojas), como subterráneos (raíces finas y raíces gruesas). Igualmente, acumula carbono en suelo mediante su aporte orgánico a través de la necromasa. Por tanto son considerados como sumideros, puesto que hacen transferencia neta de CO_2, del aire a la vegetación y al suelo, donde son almacenados.

Según Guerra *et al* (2001) la función que desempeñan los bosques en la fijación o captura de carbono atmosférico es un tema de interés creciente en el debate ambiental y una preocupación en el mundo cientifico que trata los problemas ambientales. Se estima que los 7.100 millones de toneladas anuales de carbono que se emiten a la atmosfera aproximadamente 5.500 millones de toneladas provienen de la combustión de combustibles

fósiles (petróleo, bencina, parafina y gas) y 1.600 millones. Es decir, cerca de un 25% del total de la quema de bosques y residuos agrícolas, de las erupciones, volcánicas y de la fermentación entérica del ganado. Los bosques del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% de flujo anual de carbono de la atmosfera y de la superficie de la Tierra.

Desde un punto de vista ambiental y especialmente desde la perspectiva del cambio climático, el valor de la existencia de grandes superficies de bosques naturales y plantaciones radica justamente en su capacidad de compensar o mitigar el efecto provocado por las emisiones de carbono. Visualiza a los bosques como en medio para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), considerados los causantes del cambio climático, particularmente el dióxido de carbono (CO_2), el gas con mayor participación y que se fija a través del proceso de fotosíntesis. Así para contrarrestar las emisiones de carbono (C), un número creciente de empresas y agencias de gobierno de diferentes países.

3.6 Caoba del atlántico(*Swietenia macrophylla*)

La especie *Swietenia macrophylla* King. Es una de las especies más valiosas del Bosque Húmedo Tropical peruano y se encuentra en el Apéndice II de la CITES desde noviembre del 2003; esta situación restringe el comercio libre de la madera de esta especie, pues su exportación está condicionada a que no se comprometa la supervivencia de la especie; su exportación requiere un informe de la Autoridad Científica CITES del país.

El área de distribución natural de la caoba se extiende desde México, a los 23º N siguiendo la franja costera del Atlántico hacia América del Sur, en donde continúa en un amplio arco desde Venezuela, a través de las regiones amazónicas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil, hasta los 18º S. La distribución de esta especie generalmente corresponde a los bosques clasificados como "tropical seco", con temperatura anual promedio de igual o superior a 24 ºC, con precipitaciones anuales que van desde los 1 000 mm/año hasta los 2 000 mm/año y con un coeficiente de evapotranspiración de 1,0 - 2,0 (Holdridge, 1967). También crece en zonas húmedas y subtropicales, en altitudes que van desde el nivel del

mar en América Central hasta 1 400 m en las estribaciones andinas de Ecuador, Perú y Bolivia, en una amplia variedad de tipos de suelos, derivados de aluviales, volcánicas, metamórficas, calcárea y materiales y las condiciones del suelo: profundo, superficial, ácidos, alcalinos y bien drenados. (USAID 2013).

3.6.1 Hábitat

Se le encuentra a lo largo de los cursos de agua y en laderas. Prospera en regiones de abundante precipitación pero puede vivir incluso en zonas de clima tropical más seco. La temperatura media anual es de 23 º a 28 º C con extremas de 11 a 37 ºC y la precipitación entre 1,500 a más de 5,000 mm; no tolera temporadas de sequías muy largas. Vive en terrenos muy diversos desde suelos poco profundos y pantanosos hasta suelos aluviales arcillo-arenosos profundos. Se desarrolla preferiblemente en suelos de origen calizo o aluvial, que pueden presentar problemas de mal drenaje, aunque puede crecer bien en suelos ricos y profundos de laderas bien drenadas. Evita las aguas estancadas. El mejor desarrollo ocurre en suelos de vertisolpélico (FAO 2007). Suelos: arcilloso café-oscuro, arcilloso profundo, rojo-laterítico, negro, arenoso y drenado. En Java medra en terrenos pobres en los que otras especies fracasan.

3.6.2 **Importancia de la madera**

Madera excelente y de alto valor (Holdridge, 1970; Sippel, 1995). Se emplea en construcciones de gran lujo y solidez, construcciones marinas, decorados interiores, mueblería fina, ebanistería y tornería de lujo (Aguilar, 1966);modelos, formatos, cabinetes de radio y televisión, cortes interiores, paneles, instrumentos de precisión y muchos otros usos donde es una madera atractiva y dimensionalmente estable es requerida (U.S.D.A, 2006); además se emplea en tallado, esculturas, chapas decorativas, artículos torneados, juguetes y goma de “acajou” , entre otros (Sippel, 2009).

3.7 Kaya (Khaya senegalensis)

El árbol se conoce como, *Khaya senegalensis* y bisselon, tiene su origen en África Occidental y Central, pero se desarrolla en otros climas tropicales a lo largo del océano Pacífico (García 2007)

3.7.1 Descripción del árbol

La *Khaya senegalensis*crecer hasta 30 metros de altura. Su corteza es lisa en la textura y de color gris. La corona produce una gruesa, verde, follaje brillante. Las hojas están dispuestas en un patrón pinadas y producen racimos de flores pequeñas, de color crema, de forma ovalada, el gramo de la madera se valora por su modelo atractivo y su intenso color rojo parduzco.

3.7.2 Usos del paisaje

En sus países de origen, la kaya se utiliza a lo largo de los caminos de sombra debido a su gran copa densa y altura. Sin embargo, puede que no sea útil en áreas con vientos fuertes, ya que es susceptible a su fuerza(Pérez 2005).

3.7.3 Otros usos

La madera del árbol de*Khaya senegalensis* se utiliza cada vez más en lugar de la madera de caoba americana para la fabricación de muebles. Esto es debido al precio creciente y la disminución de la disponibilidad de la caoba americana, el aceite de kaya se extrae y se utiliza en productos farmacéuticos y cosméticos. Las hojas se utilizan a veces como aditivos de forraje del ganado.

Por sus características biológicas, su valor forestal y amplio rango de distribución en el continente americano, reviste de gran potencial para ser la base de un sistema de aprovechamiento sostenible del bosque bajo prácticas silvícolas adecuadas. Sin embargo a

causa de estas bondadosas cualidades, la especie está seriamente amenazada en su ámbito natural (Paredes y Pérez 2005).

La conservación de la especie, dado su estado de casi extinción, se hace a través de plantaciones de investigación, y árboles aislados en fincas o en pequeños remanentes. Por su alto valor comercial en los últimos años se han iniciado importantes iniciativas de reforestación y conservación, en Honduras, lo cual coloca a esta especie en un estado de conservación con mejores perspectivas (CONSEFORH 2001).

3.7.4 Importancia de la madera

La madera de kaya tiene un alto valor se emplea para construcciones de gran lujo y solidez, ebanistería y tornería de lujo, es color es variable, ya sea de blanco a rosado, rojizo, salmón, rosado. Tiene un olor fragante muy característico sin embargo (USDA 1974), afirma que es una madera es sin olor o sabor.

3.8 Cruz Roja Hondureña

La Cruz Roja Hondureña, a través de la Oficina para la Administración de Desastres y Emergencias(OPADE), desarrolla actividades con el objetivo de contribuir reducir el grado de vulnerabilidad en desastres de las comunidades, propiciando el fortalecimiento de los conocimientos, habilidades y recursos de la propia comunidad.

3.8.1 Visión Cruz Roja

La Cruz Roja Hondureña es para el año 2005 una institución de carácter voluntario, líder en el trabajo humanitario que contribuye a reducir las necesidades de los más vulnerables. Nuestros voluntarios y personal administrativos actuara como una red y crecerá integralmente con altos niveles de calidad, promoviendo constantemente la apropiación de

los principios fundamentales del movimiento trabajando de acuerdo con la estrategia 2010 de la federación internacional de sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja.

3.8.2 Misiónde la Cruz Roja

La Cruz Roja Hondureña es una organización humanitaria de carácter voluntario que moviliza la solidaridad nacional e internacional para contribuir a mejorar la calidad de vida de los más vulnerables. Favorecemos el desarrollo integral de sus capacidades, basados en los principios y valores humanitarios del movimiento, mediante la ejecución de programas de prevención y respuestas ante desastres, salud y asistencia a la comunidad.

Se caracteriza por ser un equipo humano que trabaja con la comunidad, los poderes públicos del estado y los cooperantes, respetando el marco normativo, con sistemas modernos de gobierno y gestión que garantizan la integridad y procuran la sostenibilidad de la sociedad nacional.

VI. MATERIALES Y METODO

4.1.2 Ubicación del estudio

Este estudio se llevó a cabo en el municipio de San Esteban, ubicado geográficamente 15.2-85.75, Latitud y longitud a 199.63 km de la capital al norte del departamento de Olancho, cuenta con una extensión territorial de 1901.91 km^2, colinda al norte con los municipios de Trujillo e Iriona, al sur con el municipio de Catacamas, al este con el municipio de Dulce Nombre de Culmí y al oeste con el municipio de Gualaco. La precipitación anual en la zona oscila entre 1200 mm y 2400 mm, con promedio de aproximadamente 1149mm. La temperatura promedio anual es de 24.2℃ (ICF 2015) (Figura 1).

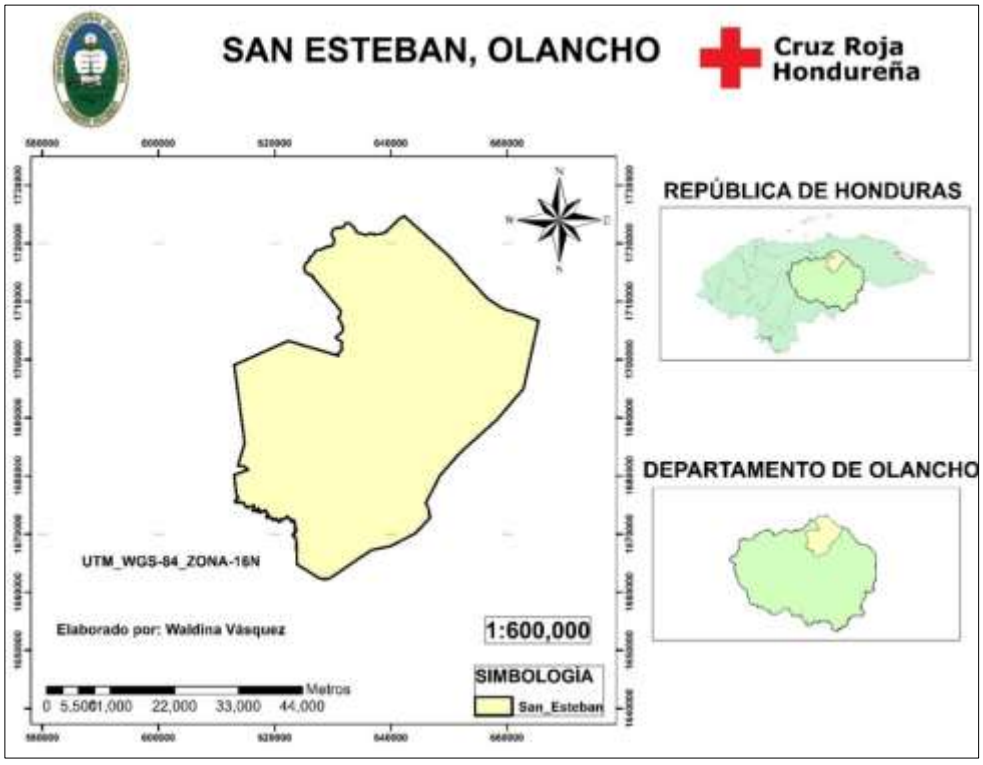


Figura1. Ubicacióngeográfica de la zona de estudio en San Esteban,Olancho

El estudio se llevó a cabo, específicamente en las comunidades de Las Manzanas, San Agustín Blanco, El Rodeo y Miracielo. Para este estudio se tomaron datos de 13 fincas en cuatro comunidades diferentes donde solo se incluyeron las plantas de caoba que en su mayoría soncaoba (*Swietenia macrophylla* King)

4.2 Materiales y equipo

En la etapa de reconocimiento de la zona se utilizó un GPS marca DN Garmin®para georreferenciar el terreno de cada una de las plantaciones de los dueños de las fincas. En la etapa de medición de los árboles se utilizó una cinta métrica o cinta de sastre de 1.50m de largo para medir la altura de los árboles que median valga la redundancia menos de 1 metro, también se utilizaba la cinta diamétrica para medir el diámetro a la altura al pecho (DAP), en el caso de árboles mayores a 1.30m de altura se medían con un tuvo PVC graduado hasta 4 metros de altura (Anexo 2).

Para la etapa de procesamiento y análisis de datos se utilizó una libreta de campo en los que se tomó nota los datos que se recolectaron en campo, se utilizó una balanza analítica donde se pesaron las muestras de madera después de haber sido recolectadas en el campo, luego se usó el horno de laboratorio para el secado de las muestras posteriormente se trabajó en la tabulación de los datos en el cual se ingresaron en una hoja de Excel®2013.

4.3 Actores participantes en el estudio

El estudio se realizó con la ayuda del asesor principal, poniendo práctica los conocimientos adquiridos en el salón de clases de la Universidad Nacional de Agricultura(Figura 2).

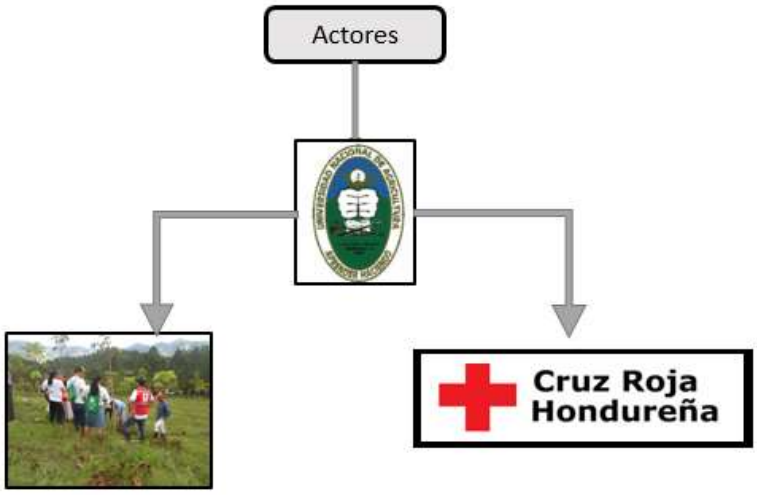


Figura2. Actores que participaron en el estudio realizado en la Cruz Roja Hondureña, en el municipio de San Esteban, Olancho

La Cruz Roja Hondureña a través del proyecto Resiliencia Mediante la Reducción del Riesgo y Salud en Olancho que ejecuta con el apoyo técnico y económico de La Cruz Roja Suiza, quien formo parte del estudio dando el financiamiento económico y la logística necesaria para que el estudio se desarrollaráde la mejor manera en las diferentes comunidades seleccionadas del municipio de San Esteban, Olancho.

Los productores, quienes fueron partícipes del estudio dando el consentimiento como propietarios de las plantaciones para poder ingresar en sus parcelas y recolectar los datos delos árboles, también algunos de los productores estuvieron presentes al momento de la medición de los árboles,dando así más realce y credibilidad al estudio.

4.4 Metodología

4.4.1 Reconocimiento de la zona

Antes de la toma de datos, se realizó una gira de campo a las comunidades del municipio de San Esteban, junto al personal de la Cruz Roja Hondureña de la regional del municipio de San Esteban, con el objetivo de conocer el área de estudio y las plantaciones de caoba.En esta gira se visitaron en su mayoría las parcelas incluidas en el estudio, y se dialogó con algunos productores propietarios de las parcelas, quienes proporcionaron alguna información acerca del manejo y mantenimiento que les dan a sus parcelas.

Para el levantamiento de información se utilizó una libreta de campo en la cual se anotó información de las plantas como: diámetro a altura al pecho (DAP), diámetro a la altura de la base o diámetro inferior, y la altura total del árbol, también se anotaron los puntos que se georreferenciaron de cada una de las parcelas. Los datos anotados en la libreta de campo se ingresaron en la hoja electrónica MicrosoftExcel®2013 (Anexo1).

4.4.2 Medición de las plantaciones

Para la medición de las plantaciones se siguió una técnica de línea continua donde se inició en un punto en específico de cada una de las plantaciones esto para no repetir los árboles que ya estaban medidos.

Para la toma de datos de cada una de las plantaciones se trabajó en 4 comunidades en un total de 13 fincas, se evaluaron únicamente aquellos árboles que tuvieran una altura mayor a 0.50m de altura (Figura 3).

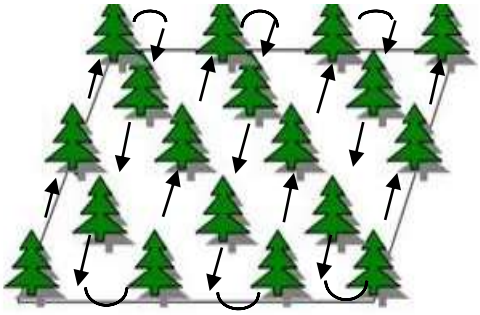


Figura3. Forma de medición utilizado en plantaciones de caoba del Atlántico y kaya, en las comunidades del municipio de San Esteban, Olancho

4.5 Método de investigación

Se realizó la toma de datos de campo para luego hacer comparaciones tanto de carbono como de biomasa acumulada en cada una de las plantaciones que están ubicadasen 4 comunidades del municipio de San Esteban Olancho, la técnica que se utilizó para las mediciones es de línea continua luego se hizo uso del método deductivo de la investigación cuantitativa ya que se midió y se tomaron datos y estos fueron analizados estadísticamente, estas técnicas son acciones precisas para llevar a cabo la investigación se utilizó la técnica del método directo en la cual se determinó el volumen de los árboles, donde se utilizó la fórmula de smalian, la gravedad especifica de la madera en este caso se utilizó la gravedad especifica de maderas livianas, de 0.7g.

En las mediciones continuas en las que se realizó el estudio se tomaron en cuenta datos de los árboles de12 a 24 meses de edad,en varias de las plantaciones los árboles medían entre una altura de 1.50m a 5m, esto se debe al cuidado y mantenimiento que le dan los productores, también se encontraron árboles pequeños con menos de 50cm de altura algunas de las razones de ello podían ser que eran plantaciones muy recientes (con poco tiempo de ser plantadas), o por mal manejo por parte de los productores ya que la plantación estaba siendo afectada por la plaga del gusano barrenador (*Hypsipyla grandella)*.

4.5.1 Determinación del volumen

La metodología que se utilizó para determinar el volumen de los árboles es la utilizada por Sánchez (2005) citado por Aguilar (2010). Los parámetros a medir en cada árbol de cada una de las plantaciones fueron: diámetro a la base del árbol, diámetro a la altura al pecho (DAP) que es de 1.30m y la altura total del árbol que se midió con un tubo de PVC graduado en 4 metros, en el caso que se encontraron arboles pequeños con menos de un metro de altura se medían con una cinta métrica o cinta de sastre (Anexo 3).

En los casos que se encontraron con plantas con menos de 50 cm solo se les hacia un conteo de cuantas plantas habían por cada plantación para así poder manejar un dato exacto del número de plantas que tiene el productor en total.Se procedió a calcular el volumen de los árboles mediante el uso de la fórmula de Smalian, el volumen del cilindro, también se utilizó el factor de forma.(Figura 4)

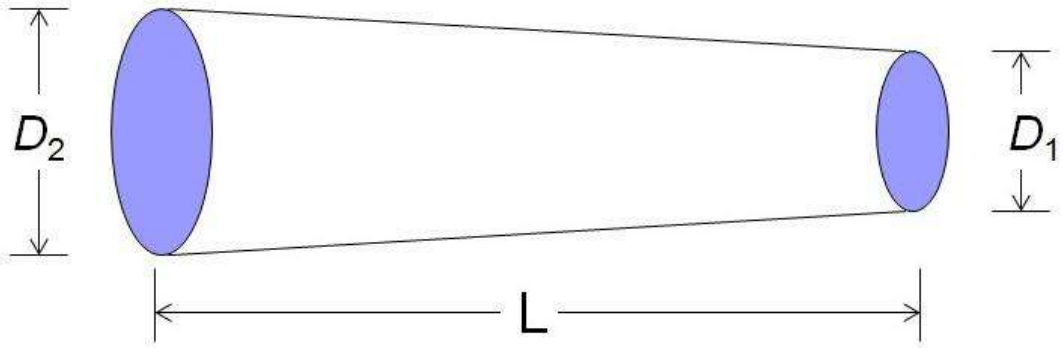


Figura4. Esquema para calcular el volumen de árbol con la fórmula de Smalian (Aguilar 2010)

Fórmula 1.Fórmula de Smalian

$V= 0.00003927*(D_1+D_2) *L$

Donde:

V= volumen del árbol

D_1= diámetro inferior en metros (m)

D_2= diámetro superior en metros (m)

L= largo de la troza (altura total de la pieza) en metro (m)

Fórmula 2. Determinacion del volumen del cilindro

$$Vol\ cil = \pi * \left(\frac{\left(\frac{DAB}{2}\right)}{100}\right)^2 * \left(\frac{A}{100}\right)$$

Donde:

Vol. cil = volumen del cilindro en metros cúbicos (m^3)
DAB = diámetro a la altura de la base en centímetros (cm)
A = altura total del árbol en centímetros (cm)

Factor de forma

La forma del fuste sirve para calcular su volumen geométrico. La forma varía con la altura pues los diámetros decrecen con la altura. Para valorar la forma se recurre a relacionar el volumendel fuste con el volumen de un sólido geométrico o también mediante la relación de dos diámetros del mismo fuste y sus volúmenes.

Fórmula 3. Determinación del factor de forma

$$FF = \frac{\text{Vol árbol}}{\text{Vol cilindro}}$$

Donde:

FF = factor de forma

Vol. árbol = volumen del árbol (m^3)

Vol. cilindro = volumen del cilindro (m^3)

4.5.2 Determinación de biomasa acumulada

Para determinar la biomasa total del árbol se calculó inicialmente la biomasa total del árbol, multiplicado por la densidad básica de la madera. La densidad básica de la madera se obtuvo del cálculo determinado en el laboratorio. El volumen del árbol se generó a partir de los datos del diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro de la base del árbol, y la altura total del árbol y el factor de forma (que es la relación entre el volumen real del fuste y el volumen del fuste considerando como un cilindro perfecto) (Pesantes 2015).

La biomasa de los árboles se calculó utilizando el volumen de los árboles multiplicado por la gravedad especifica que es de 0.7g luego se hicieron variasconversionespara que el resultado final quedara en toneladas (ton^{-1})

4.5.3 Determinación del carbono acumulado

Para convertir de biomasa a carbono acumulado se recomienda utilizar el factor de 0.5 Esta última consideración se debe a que aproximadamente el 50% del peso seco de cualquier árbol lo constituye el carbono (Mamani 2011)

Para determinar el carbono acumulado en los árboles se utilizó el resultado de biomasa arbórea acumulada multiplicado por la gravedad específica que en este caso es de700g en maderas livianas luego este resultado se multiplica por el coeficiente de carbono que es de 0.50 luego de multiplicar el resultado de biomasa por el coeficiente de carbono da el porcentaje de carbono acumulado en los árboles de caoba.

El carbono acumulado se estimó utilizando el resultado de biomasa acumulada multiplicada 0.50 que es el coeficiente de carbono

4.5.4 Elaboración detablas de rendimiento

Se elaboraron tablas de rendimiento de las plantaciones de caoba de las comunidades del municipio de San Esteban incluidas en el estudio, para lo cual se utilizaronmodelos de rendimientocalculados por Aguilar (2010)

Fórmula 4. Para calcular el volumen de las plantaciones de caoba por árbol por finca y por productorAguilar (2010)

$$Vol. = [0.00000028941 + 0.000000022999 * [(D2) * (H)]]*1000000$$

Donde:

Vol.: volumen del árbol en centímetros cúbicos (cm^3)
D= Diámetro de la base del árbol en cm
H = Altura total del árbol en cm

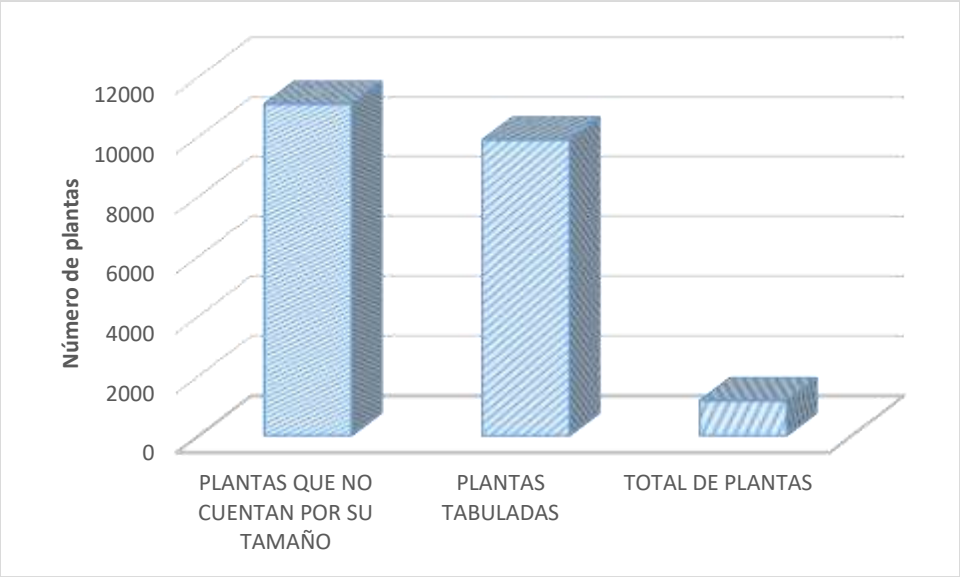
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cuadro 1. Número de árboles en las plantaciones de caoba en cuatro comunidades en San Esteban Olancho,asistidas por la Cruz Roja Hondureña

N°	Comunidad	Nombre del productor	Plantas que no cuentan (por su tamaño)	Plantas tabuladas	Total de plantas
1	Las Manzanas	Rubén Padilla	20	476	496
2	Las Manzanas	Julio Padilla	17	478	495
3	San Agustín Blanco	Manuel Acuña (hijo)	35	256	291
4	San Agustín Blanco	Don Cecilio Murillo	0	256	256
5	San Agustín Blanco	Manuel Acuña (padre)	585	953	1538
6	San Agustín Blanco	Luis Alfredo Hernández	0	526	526
7	San Agustín Blanco	José López	149	220	369
8	El Rodeo	Nora Hernández parcela 1	0	315	350
9	El Rodeo	Rosalina Guevara	0	403	403
10	El Rodeo	Nora Hernández parcela 2	35	380	415
11	Miracielo	Fredy Nájera 1	0	962	962
12	Miracielo	Fredy Nájera 2	0	818	818
13	Miracielo	Fredy Nájera 3	55	889	944
TOTAL			**896**	**6,932**	**7,863**

En algunas de estas comunidades se han presentado diversos problemas en las plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla*), como ser el ataque de la plaga como el barrenador de las meliáceas (*Hypsipyla grandella),* en las plantaciones además han afectado las condiciones climáticas adversas en desarrollo y crecimiento de los árboles.

Algunos productores plantaron los árboles en terrenos no adecuados como ser terrenos inundados, arenosos, o terrenos secos, entre otros y falta de interés en cuidado y mantenimiento de las mismas por parte de algunos productores (Cuadro 1).



Figuras 5Número de plantas de caobaencontradas en las finca de las comunidades incluidas en el estudio del municipio de San Esteban, Olancho

5.1 Volumen de los árboles

Durante este estudio se midieron varias plantaciones de caoba (*Swietenia macrophylla*) ykaya (Khaya senegalensis) del municipio de San Esteban Olancho.Se calculó el volumen para cada plantación obteniendo valores promedio del volumen de cada plantación la primera comunidad fue Las Manzanas donde los beneficiarios son 2 productores, para la comunidad de San Agustín Blanco 5 productores, La comunidad de El Rodeo cuenta con 2 productores beneficiarios, en la comunidad de Miracielo un productor dueño de varias plantaciones de las cuales se midieron 3 parcelas.

Cuadro 2 Resultados obtenidos en las comunidades incluidas en el estudio del municipio de San Esteban, Olancho

Comunidad	Volumen en ^{3}	Biomasa acumulada en ton^{-1}	Carbono acumulado en ton^{-1}
Las Manzanas	0.0638	0.0446	0.0223
San Agustín Blanco	0.0869	0.0608	0.0304
El Rodeo	0.0316	0.0222	0.0111
Miracielo	0.0937	0.0656	0.0328
Total	**0.2760**	**0.1932**	**0.0966**

5.2 Biomasa acumulada

La biomasa acumulada en cada una de las plantaciones de las comunidades evaluadas, se determinó que la biomasa arbórea está en un promedio entre 0.462ton–' y 0.0006ton–'con plantas de 1 a 2 años de edad. El incremento de la biomasa vegetal es significativo, lo cual permite inferir que los árboles conforme crecen acumulan grandes cantidades de biomasa. Acosta *et al.* (2001) afirman que una vez que la vegetación se establece, el incremento de la biomasa dependerá principalmente de las condiciones edafológicas y climáticas que influirán en la tasa de rendimiento y dependiendo de la capacidad de respuesta que presentan las especies, será la capacidad de crecimiento y de captura de carbono.

La captura de carbono se realiza únicamente durante el estado de desarrollo de los árboles. Los árboles absorben CO_2 atmosférico, junto con otros elementos en el suelo y en el aire, para convertirlos en biomasa expresada principalmente en forma de madera. La cantidad de CO_2 que un árbol captura durante un año, consiste sólo en el pequeño incremento anual de la biomasa en el árbol, multiplicado por la biomasa del árbol que contiene carbono. Las plantaciones forestales, por la gran cantidad de biomasa que producen por unidad de área, fijan anualmente una alta cantidad de CO_2 que permanece acumulado en las plantaciones por largos periodos de tiempo(Forero y Mejía 2009).

Tanto en bosques como en plantaciones forestales, el carbono se acumula en cuatro fuentes principales: la biomasa arriba del suelo que corresponde a tallos leñosos o fustes de árboles y arbustos, junto con la biomasa de la vegetación herbácea.El carbono en la biosfera terrestre está distribuido entre la atmósfera, la biomasa y el suelo. El 80 % del carbono en las plantas, se encuentra en los árboles y los ecosistemas forestales contienen el 40% del carbono terrestre (Saugier y Mooney 2001).

Cuadro 3. Resultados obtenidos en las fincas de los productores de las comunidades incluidas en el estudio en San Esteban, Olancho

Nombre del Productor	Código de cada productor	Volumen en m^3	Biomasa acumulada	Carbono acumulado
Julio Padilla	P-LM3	0.0076	0.0053	0.0027
Rubén Padilla	P-LM4	0.0055	0.0038	0.0019
Manuel Acuña hijo	P-SAB1	0.007	0.0049	0.0025
Cecilio Murillo	P-SAB2	0.009	0.0063	0.0031
José López	P-SAB3	0.0008	0.0006	0.0003
Manuel Acuña padre	P-SAB4	0.0589	0.0412	0.0206
Luis Alfredo Hernández	P-SAB5	0.0112	0.0078	0.0039
Nora Hernández parcela 2	P-ER1	0.0101	0.0071	0.0015
Rosalina Guevara	P-ER2	0.0172	0.012	0
Nora Hernández parcela 1	P-ER3	0.0043	0.003	0.0035
Fredy Nájera parcela 1	P-MC1	0.0314	0.022	0.011
Fredy Nájera parcela 2	P-MC2	0.0201	0.0141	0.007
Fredy Nájera parcela 3	P-MC3	0.0421	0.0295	0.0148
Total		**0.2252**	**0.1576**	**0.0728**

En las diferentes plantaciones evaluadas, se puede observar que el promedio más alto obtenido fue en promedio de 0.0231ton, mientras el promedio más bajo en carbono almacenado de 0.0003ton (Cuadro 2).

5.3 Tablas de volumen por comunidad

En la elaboración de la tabla de volumen se utilizaron deferentes formulas calculadas por Aguilar (2010) para tablas de volumen de diferentes especies maderables, el modelo que se utilizo es el de rendimiento de marapolán (Guarea grandifolia). Para la elaboración de las tablas se utilizaron los datos del número de árboles altura en cm, diámetro de la base de los árboles en cm y volumen en metros cúbicos, se optó por multiplicar los resultados por 1000000 para dar el resultado final en m^3.

5.3.1 Comunidad Las Manzanas

En cuanto a las tablas rendimientose observa que los mejores resultados son de 0.0154m^3 en 2 años, mientras que los menores valores en los resultaosson de 0.0038m^3en 2 años, debido (Tabla 1).

Tabla 1. Tabla volumen de las plantaciones de caoba de la comunidad Las Manzanas del municipio de San Esteban, Olancho

Parcela	Diámetro	Altura	Volumen en m^3 por árbol	Volumen en m^3 por productor	Volumen en m^3 por finca
P-LM3	20.2	8.4	0.000004	0.0019	0.0056
P-LM4	19.7	5.9	0.000003	0.0013	0.0038
Total	**39.9**	**14.3**	**0.000007**	**0.0032**	**0.0094**

5.3.2 Comunidad de San Agustín Blanco

En la comunidad de San Agustín Blanco de acuerdo ala tabla de rendimiento, los mejores resultados fueron de 0.0447m³ a los dos años, siendo los valores más bajos 0.0004m³ a los dos años de edad de los árboles,la diferencia en los resultados se debe a que los árboles se encuentran plantados en un terreno no adecuado por lo que no les permite uncrecimiento y desarrollo adecuado que estas deberían tener, así mismo la diferencia de edad de las plantaciones (Tabla 2).

Tabla 2. Tabla de volumen de las plantaciones de caoba de la comunidad de San Agustín Blanco del municipio de San Esteban, Olancho

Parcela	Diámetro	Altura	Volumen en m³ por árbol	Volumen en m³ por productor	Volumen en m³ por finca
P-SAB1	16.4	8.3	0.000003	0.0008	0.0044
P-SAB2	24.4	7.6	0.000005	0.0011	0.0061
P-SAB3	7.8	1.7	0.000001	0.0001	0.0004
P-SAB4	60.8	22.4	0.000032	0.0298	0.0447
P-SAB5	27.8	8.7	0.000006	0.0029	0.0079
Total	**137.2**	**48.7**	**0.000047**	**0.0347**	**0.0635**

5.3.3 Comunidad El Rodeo

En la comunidad El Rodeo en las tablas de rendimiento de los árboles, los mejores resultados son 0.0125m³, y la parcela que presentó valores más bajos es la parcela es de 0.0037m³esto se debe a que la plantación no tiene un manejo adecuado por parte del propietario, mientras que la otra parcela del mismo propietario tiene un mejor manejo adecuado (Tabla 3).

+

Tabla 3. Tabla de volumen de las plantaciones de caoba del municipio El Rodeo del municipio de San Esteban, Olancho

Parcela	Diámetro	Altura	Volumen en m^3 por árbol	Volumen en m^3 por productor	Volumen en m^3 por finca
P-ER1	18.5	9.1	0.000004	0.0015	0.0055
P-ER2	34.4	11.1	0.000009	0.0035	0.0125
P-ER3	23.3	4.8	0.000003	0.0007	0.0037
Total	**76.2**	**25**	**0.000016**	**0.0057**	**0.0217**

5.3.4 Comunidad de Miracielo

En las comunidad de Miracielo cuenta con un solo productor don Fredy Nájera quien esdueño de varias parcelas, en este caso solo se tomaron en cuenta 3 parcelas para este estudio, en las tablas de rendimiento losmejores resultados que presentó son de 0.0312m^3, y por tanto la parcela que obtuvo valores más bajos es 0.0150m^3(Tabla 4).

Tabla 4. Tabla de volumen de las plantaciones de caoba de las comunidades de Miracielo del municipio de San Esteban,Olancho

Nombre de Propietario	Diámetro	Altura	Volumen en m^3 por árbol	Volumen en m^3 por productor	Volumen en m^3 por finca
P-MC1	53.4	15.2	0.000019	0.018	0.0267
P-MC 2	40.8	11.2	0.000011	0.0093	0.015
P-MC 3	53	17.9	0.000022	0.0179	0.0312
Total	**222.9**	**63.6**	**0.000086**	**0.0836**	**0.1209**

VI CONCLUSIONES

1. Se observaron valores de crecimiento y desarrollo adecuados en las plantaciones de kaya

2. Para no crear falsas expectativas en los silvicultores, éstos debenconsiderar el mercado de las especies forestales de las plantaciones al momento de seleccionar las especies

3. Con respecto a las variables de volumen, biomasa y carbono acumulado, en las plantaciones de la comunidad de Miracielo se obtuvieron los mejores resultados

4. En general, la participación de los productores en el estudio fue baja, relacionado a la complejidad del tema.

5. El proyecto de Resiliencia de Cruz Roja Hondureña brinda beneficios a los productores debido a que se les imparte capacitaciones y apoyo técnico en el campo por parte del equipo técnico

VII. RECOMENDACIONES

1. Darle seguimiento al proceso de investigación en las plantaciones de caoba del municipio de San Esteban, Olancho.

2. Determinar los bienes y servicios de las plantaciones de caoba del municipio de San Esteban, Olancho, y la cuantificación del pago por servicios ambientales por estos servicios brindados.

3. Brindar asesoría a los productores de las comunidades del municipio de San Esteban, Olancho, en diversos temas sobre manejo de plantaciones forestales, plagas y enfermedades de los árboles, prácticas silviculturales entre otros temas para darle un manejo adecuado a las plantaciones.

4. Establecer en las plantaciones sistemas agroforestales para un mejor y aprovechamiento del uso de la tierra.

VIII. BIBLIOGRAFIAS

Barnasar,M.2010.Captura y almacrnamiento de carbono.Barcelona España.30 de julio del 2017. PDF.Disponible en http://www.ecologiapolitica.info/novaweb2/wp-content/uploads/2016/03/039_Barnasar_2010.pdf.

Barahona,M.2000. Propustea de un proyecto de fijacion de carbono en la plantacion de caoba (*Swietenia macrophylla*). Zmorano,Honduras.28 de julio del 2017. PDF. Disponible en https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2911/1/T1165.pdf.

CAEM.2014. Crecimiento de biomasa acumulada y carbono capturado de 25 especies de arboles y arbustos nativos de la cordillera de Colombia..Bogota , Colombia.08 de julio del 2017.PDF.Disponibleen:http://www.mvccolombia.co/images/Informe_Final_La_Poma_CAEM-Fundaci%C3%B3n_Natura.pdf.

Connolly, W. 2007. Cuantificación de la captura y almacenamiento de carbono en sistema agroforestal y forestal en seis sitios de cuatro municipios de Nicaragua. Universisdad Nacional Agraria. Facultad de Recursos Naturales Y Del Ambiente. Treb Ajo de Diplomado.

FONADE, F. financiero de proyectos de desarrollo, & IDEAM, I. de hidrología meteorología y estudios ambientales. 2013. Efectos del cambio climáico en la producción y rendimiento de cultivos por sector. Cambios Climáticos. Colombia.PDF.'

Guerra, J.; Scheler, B.; Guayoso, J. 2001. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de chile y promoción en el mercado mundial (en línea). Consultado el 27 de marzo del 2010. Disponible en: http://www.fiagro.org.sv/systemFiles/manincar.pdf.

Guerra,F. 2006. El efecto invernadero.SL. 26 de julio del 2017.PDF.http://fjartnmusic.com/Personal/6o_Semestre_files/EfectoInvernadero.pdf

INGTELSIG. 2011.Estado de la informacion y datos sobre recursos forestales en Honduras. Siguatepeque, Honduras. 28 de juilo del 2017. Pdf. Dispinible en http://www.bvsde.org.ni/Web_textos/GOLFONSECA/0216/216%20Informe%20Estado%20de%20la%20Informacion%20y%20datos%20R%20F%20Honduras.pdf

Jara,L.*etal*.2001.Monitoreo de plantaciones forestales para fijacion de carbono.Quito,Ecuador.06de julio de 2017. Pdf. Disponible en http://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/43_Jara.Pdf

Luke,M.2011. Determinación de la captura de dióxido de carbono acumulado en la biomasa de los bosques húmedos en la comunidad de macahua municipio de ixiamas, departamento de la paz. La Paz,Bolivia.19 de abril del 2018.Pdf. Dispinible en http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7709/T-1608.pdf?sequence=1

Manzano,G.2008.estimacion de la captura y almacenamiento de carbono en ecosistemas de la reserva de biosfera sierra gorda. Queretaro, Mexico.08 de julio del 2017.Pdf. Disponible en.http://www.katoombagroup.org/~katoomba/documents/events/event19/Captura_y_almacen_de_carbono_MManzano.pdf.

Melo, O. A.; Forero, C. y Mejía, K. (2009). Modelos de biomasa y carbono, para la especie neotropical*Cordia alliodora*, para Colombia. En: XIII Congreso Forestal Mundial. FAO. 05 de agosto del 2017. Pdf.

Nadler,C;Torres y Jara.2001.medicion del carbono almacenado en los bosques de la reserva nacional de malleno IX Region de Chile. Chle.30 de julio del 2017.PDF. Disponible en http://www.uach.cl/procarbono/pdf/simposio_carbono/32_Nadler.PDF.

Ordóñez, J; Masera, O. 2001. Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera Y Bosques*, *7*(1), 3–12. Disponible en http://www.redalyc.org/pdf/617/61770102.pdf

Rodríguez Becerra, M., & Mance, H. 2009. *Cambio climático: lo que está en juego*. Disponible en https://doi.org/Foro Nacional Ambeinta.

Sandoval,A.2004.La coptura de carbono en bosques, una herramienta para la gestion ambiental.Distrito Federal, Mexico.28 de julio del 2017. PDF. Disponible en http://www.redalyc.org/pdf/539/53907001.pdf.

Sosa Jimenes,M. 2013. Estimacion en un proyecto de compensacion ambiental por cambio de uso de suelo en Chicontepec,Veracruz.Universidad, Veracruzana, facultad de ciencias biologicas, agropecuarias. Disponible en http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/42359/1/SosaJimenezMireya.pdf

Zamora, J. C. 2007. Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea en el bosque de pino del ejido “La majada” municipio de Peribán de Ramos, Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México.23 de julio del 2017.PDF.Disponible en http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/413.pdf.

ANEXOS

Anexo 1. Formato utilizado para el levantamiento de información de los árboles de las diferentes plantaciones de las comunidades del municipio de San Esteban, Olancho

N° de Parcelas_____

Propietario_____

Comunidad_____

Árbol N°	Altura (m)	DAP de la Base (cm)	DAP (cm)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Anexo 2. Georreferenciación de las diferentes comunidades donde se realizó el estudio del municipio de San Esteban, Olancho



Anexo 3. Toma de puntos para la realización de mapas de cada una de las plantaciones



Anexo 5. Medición de las variables dasométricas en las plantaciones de kaya del municipio de San Esteban, Olancho



Anexo 6. Medición del diámetro de la base de los árboles, medición del diámetro a la atura al pecho de los arboles



Anexo 7. Plantas de diferente tamaño que se encontraron en las plantaciones de las comunidades del municipio de San Esteban, Olancho

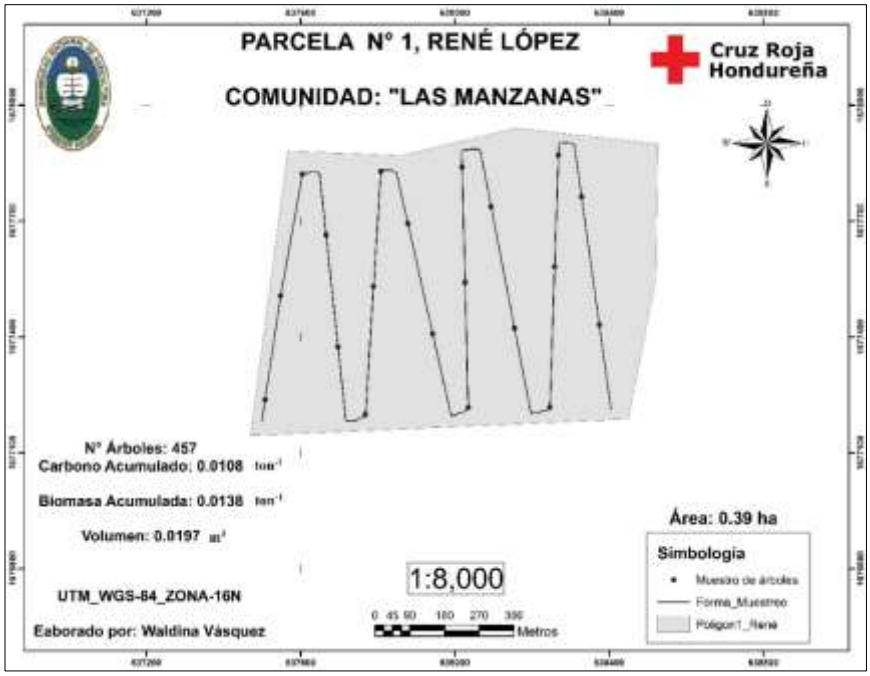


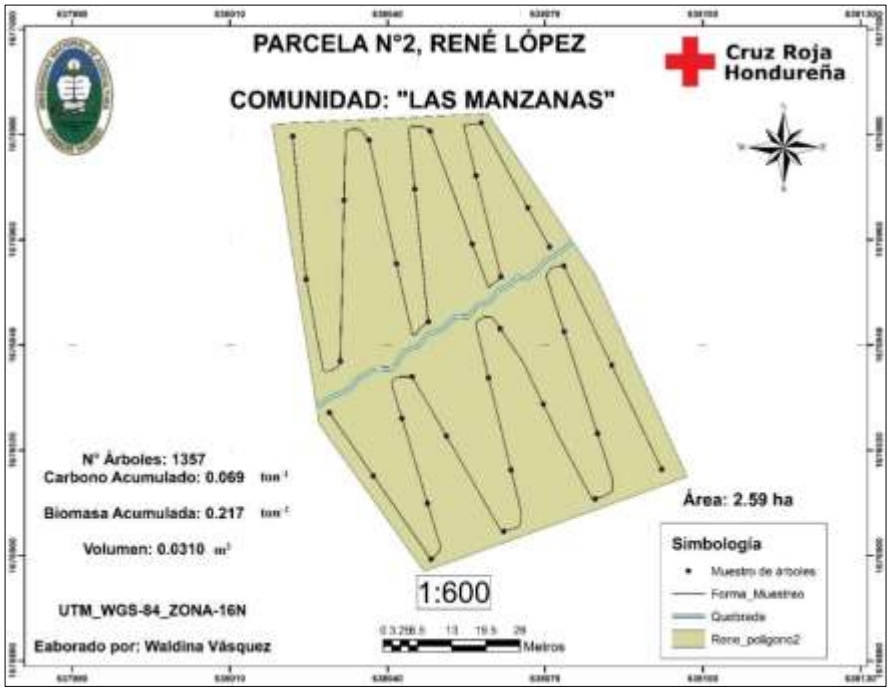


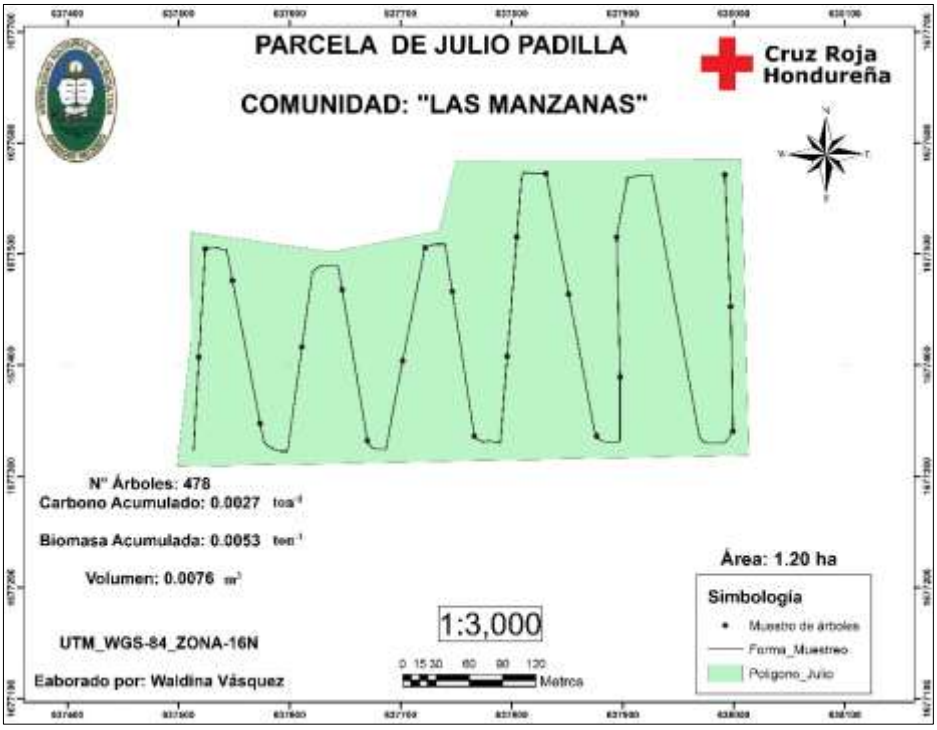
Anexo 8. Lista de códigos por productor de cada una de las comunidades del municipio de San Esteban, Olancho

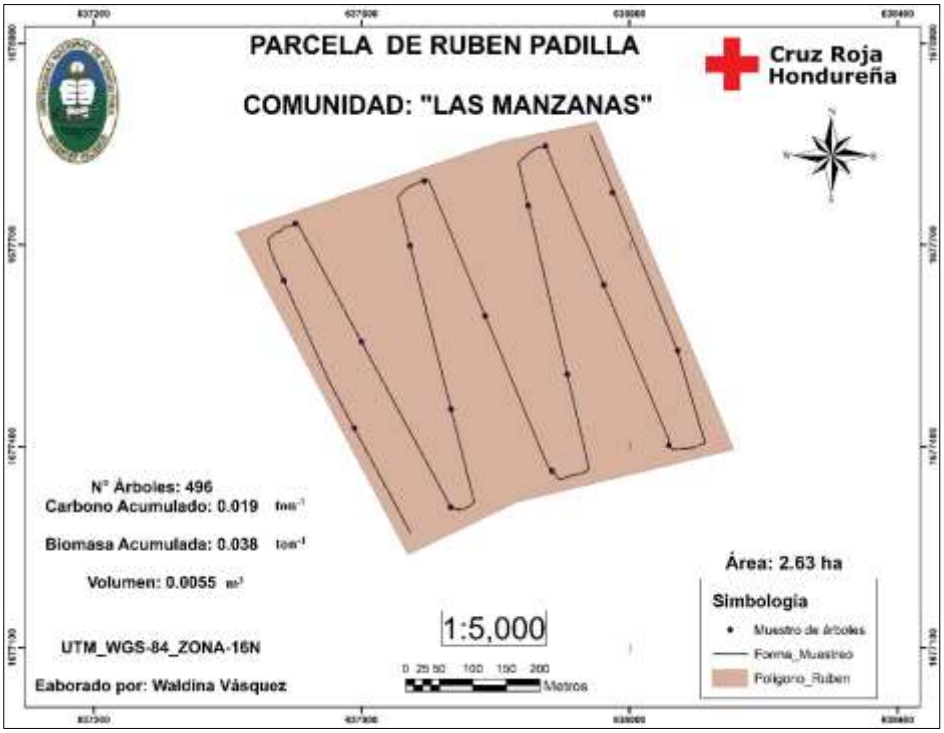
Código del Propietario	Propietario	Comunidad
P-LM3	Julio Padilla	Las Manzanas
P-LM4	Rubén Padilla	Las Manzanas
P-SAB1	Manuel Acuña hijo	San Agustín Blanco
P-SAB2	Cecilio Murillo	San Agustín Blanco
P-SAB3	José López	San Agustín Blanco
P-SAB4	Manuel Acuña padre	San Agustín Blanco
P-SAB5	Luis Alfredo Hernández	San Agustín Blanco
P-ER1	Nora Hernández parcela 2	El Rodeo
P-ER2	Rosalina Guevara	El Rodeo
P-ER3	Nora Hernández parcela 1	El Rodeo
P-MC1	Fredy Nájera parcela 1	Miracielo
P-MC2	Fredy Nájera parcela 2	Miracielo
P-MC3	Fredy Nájera parcela 3	Miracielo

Anexo 9. Croquis de la comunidad Las Manzanas



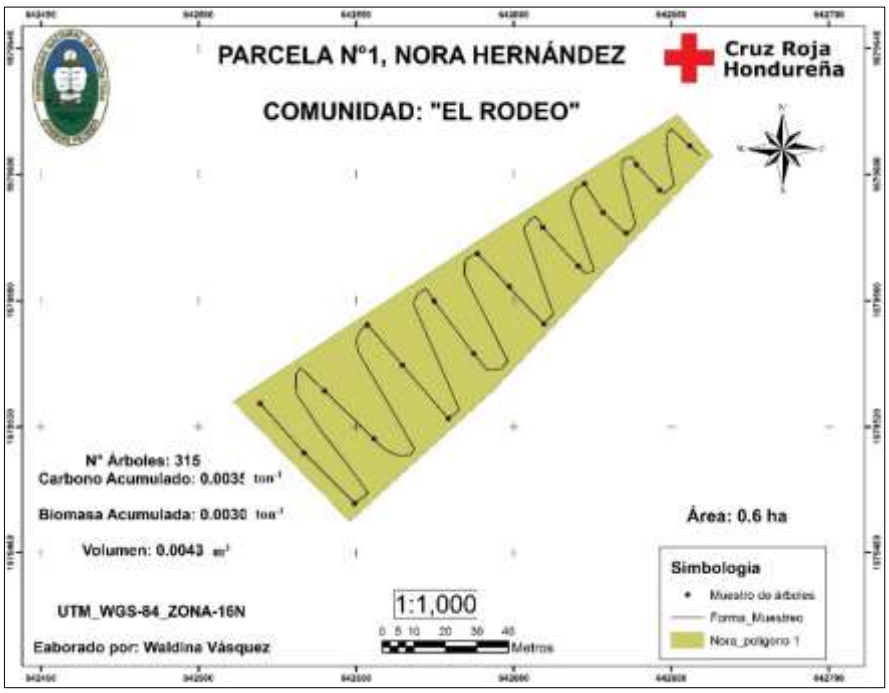


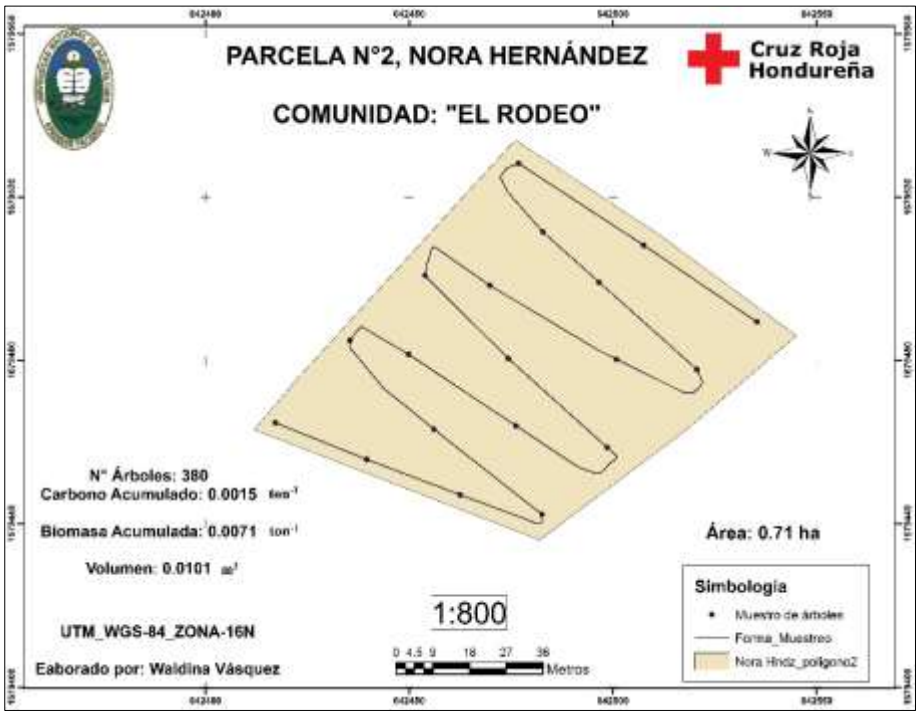

PARCELA DE JULIO PADILLA
COMUNIDAD: "LAS MANZANAS"
Cruz Roja Hondureña
N° Árboles: 478
Carbono Acumulado: 0.0027
Biomasa Acumulada: 0.0053
Volumen: 0.0076
Área: 1.20 ha
1:3,000
UTM_WGS-84_ZONA-16N
Elaborado por: Waldina Vásquez
0 15 30 60 90 120
Metros
Simbología
Muestro de árboles
Forma_Muestreo
Poligono_Julio


PARCELA DE RUBEN PADILLA
COMUNIDAD: "LAS MANZANAS"
Cruz Roja Hondureña
N° Árboles: 496
Carbono Acumulado: 0.019
Biomasa Acumulada: 0.038
Volumen: 0.0055
Área: 2.63 ha
1:5,000
UTM_WGS-84_ZONA-16N
Elaborado por: Waldina Vásquez
0 25 50 100 150 200
Metros
Simbología
Muestro de árboles
Forma_Muestreo
Poligono_Ruben

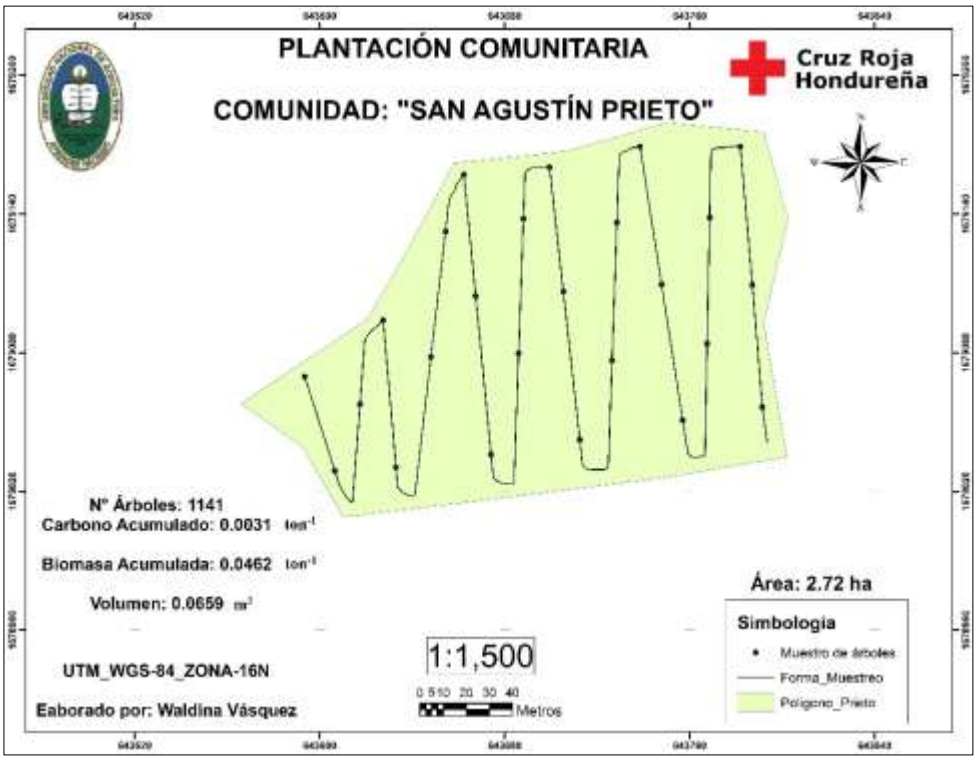
Anexo 10. Croquis de la parcelas de la comunidad El Rodeo



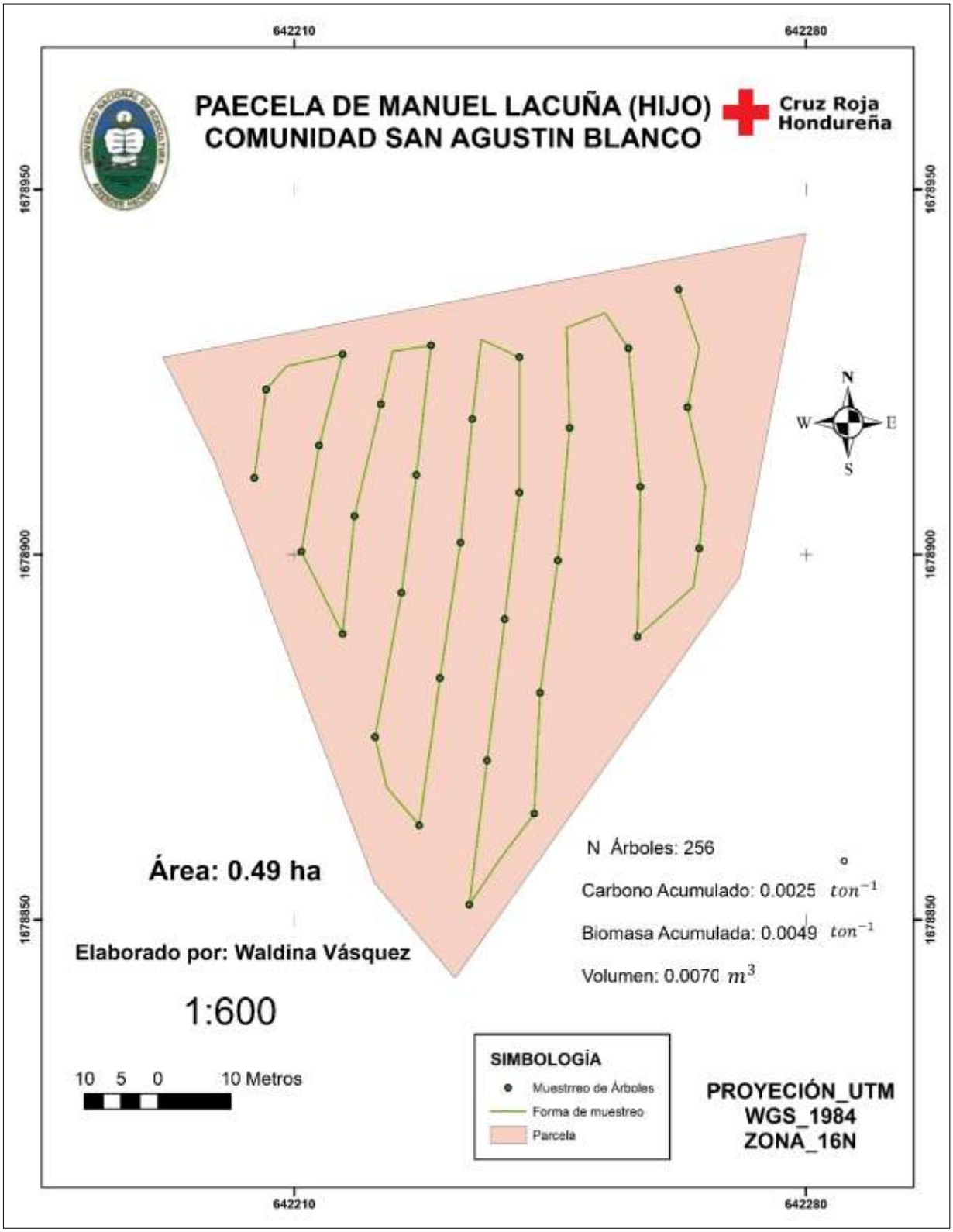


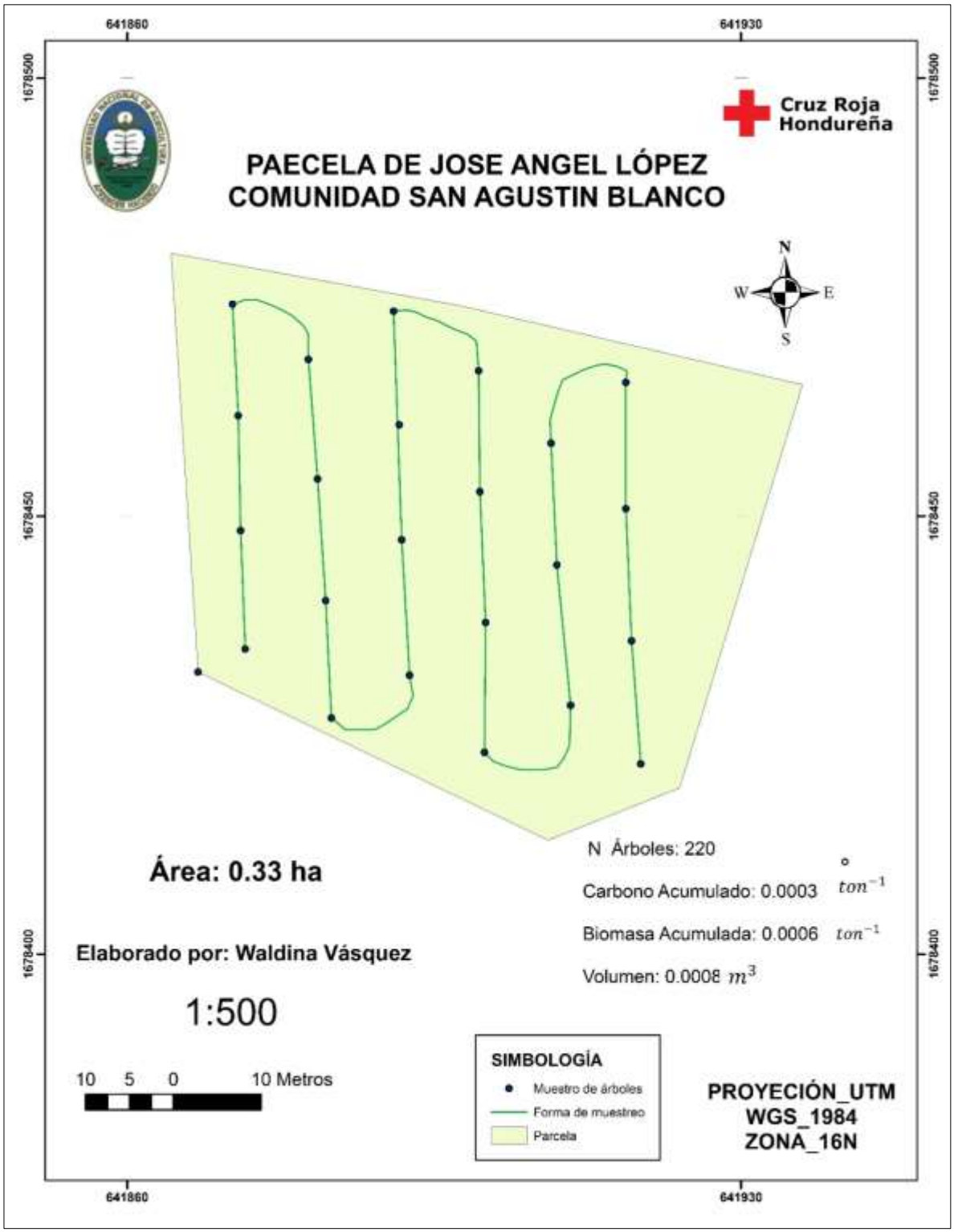


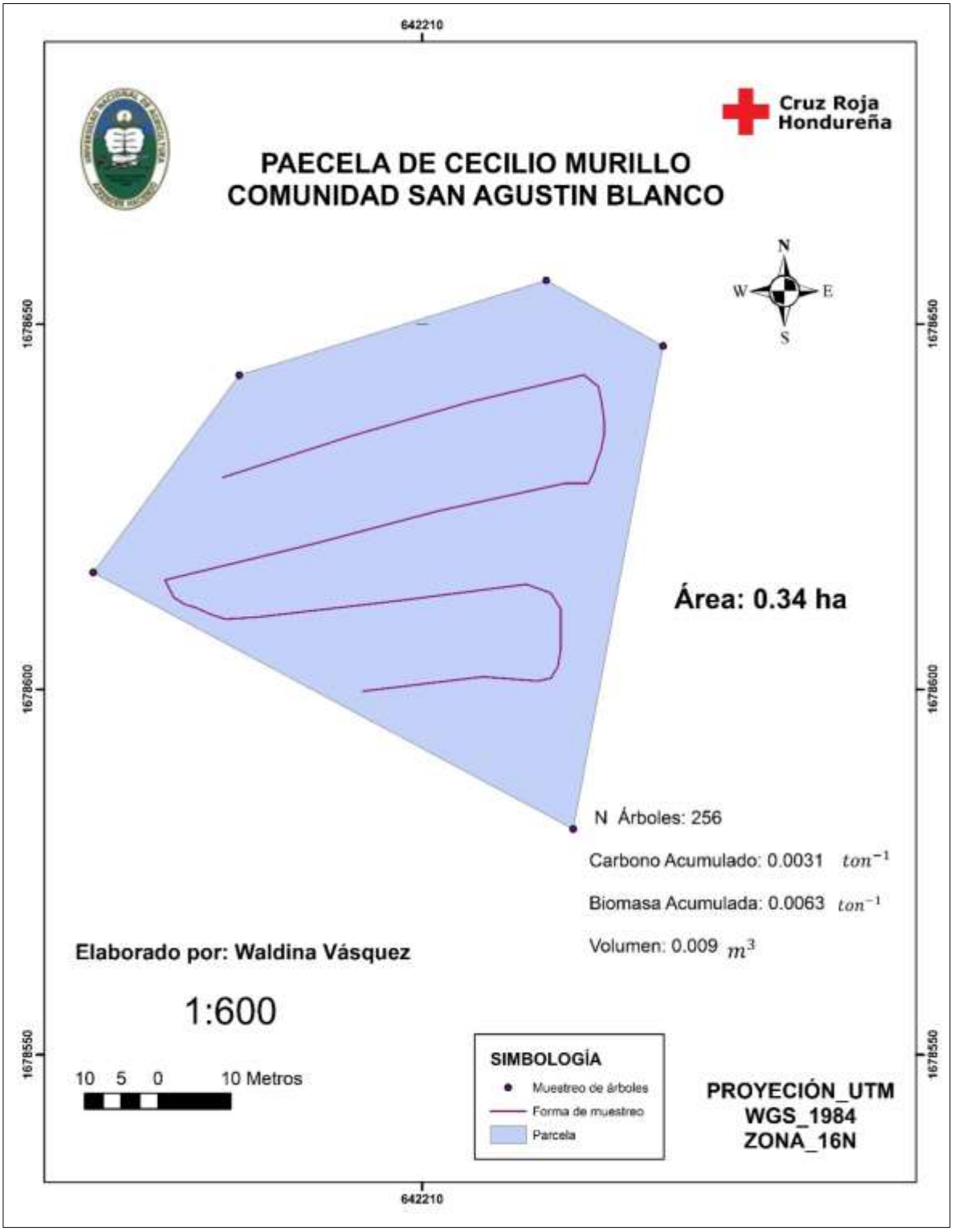
Anexo 11. Croquis de las parcela de la comunidad San Agustín Prieto

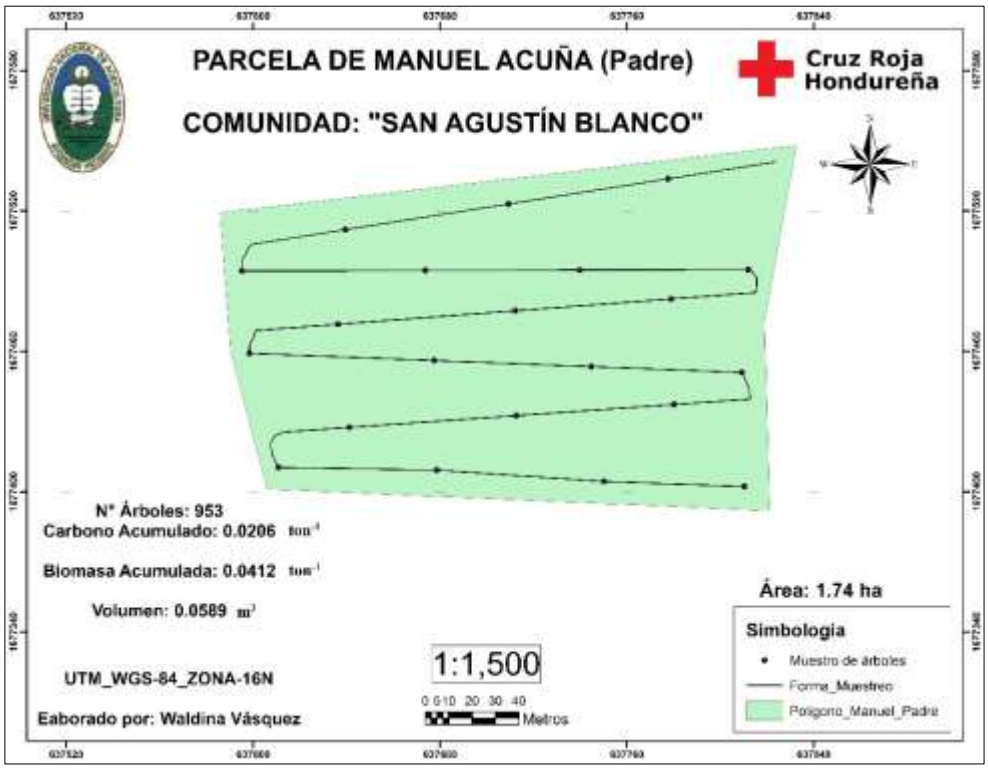


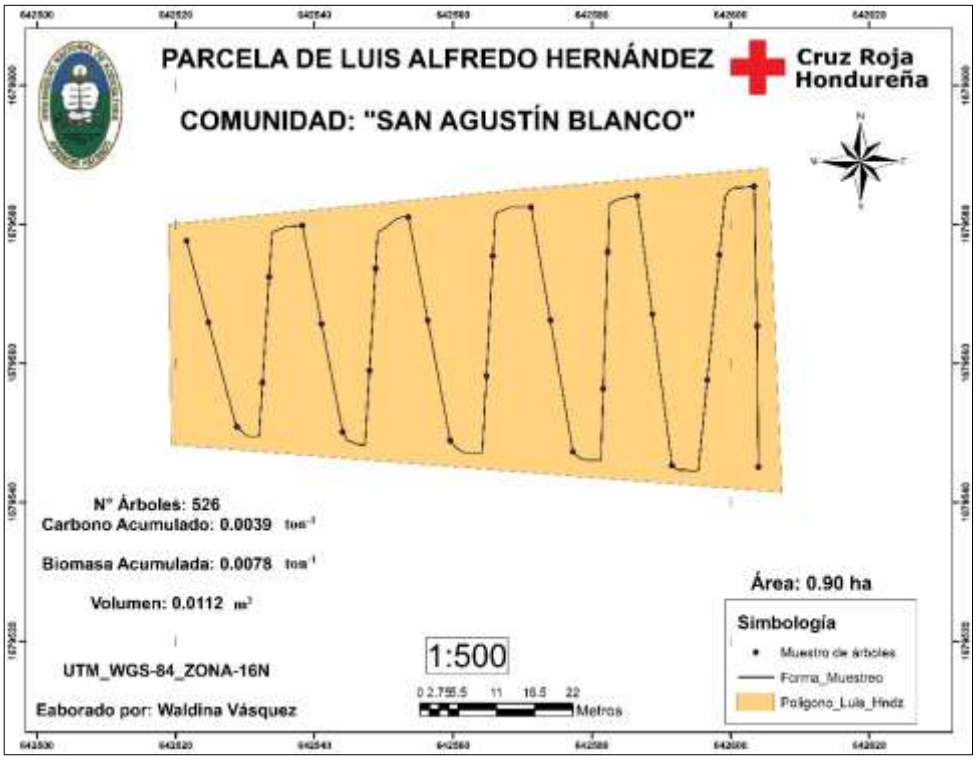
Anexo 12. Croquis de las parcelas de la comunidad de San Agustín Blanco



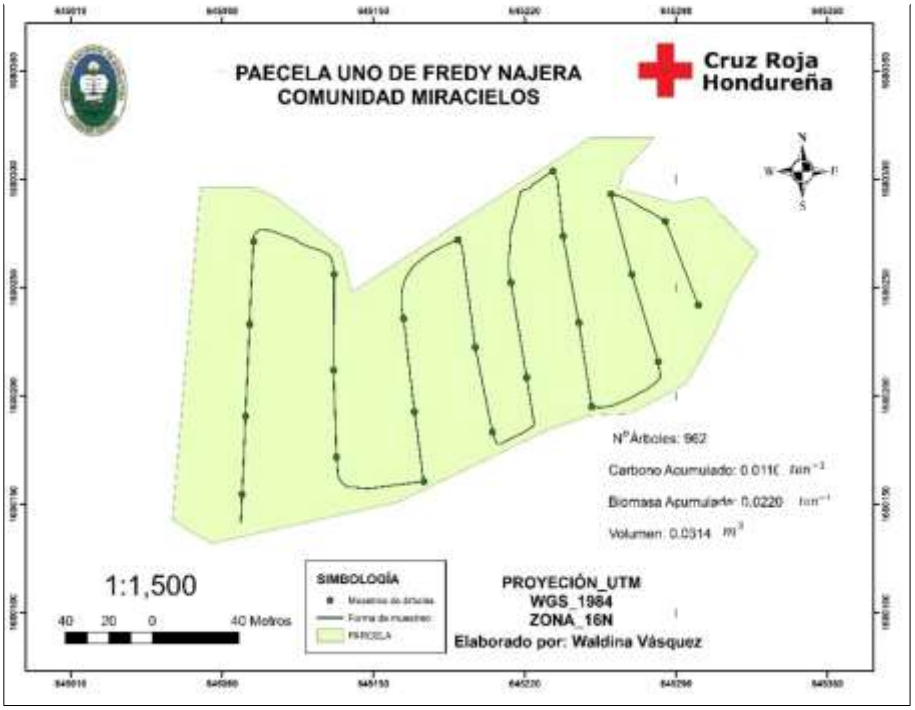

641860
641930
1678500
1678450
1678400
Cruz Roja Hondureña
PAECELA DE JOSE ANGEL LÓPEZ
COMUNIDAD SAN AGUSTIN BLANCO
N
W
E
S
Área: 0.33 ha
N Árboles: 220
Carbono Acumulado: 0.0003 ton^{-1}
Biomasa Acumulada: 0.0006 ton^{-1}
Volumen: 0.0008 m^3
Elaborado por: Waldina Vásquez
1:500
10 5 0 10 Metros
SIMBOLOGÍA
Muestro de árboles
Forma de muestreo
Parcela
PROYECIÓN_UTM
WGS_1984
ZONA_16N

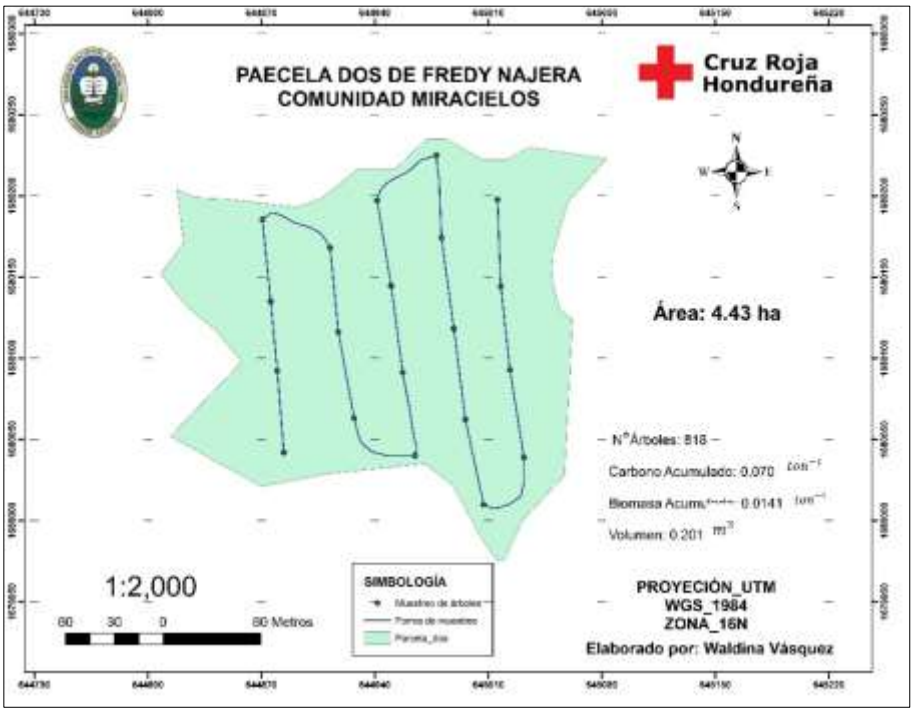

642210
Cruz Roja Hondureña
PAECELA DE CECILIO MURILLO
COMUNIDAD SAN AGUSTIN BLANCO
N
W
E
S
1678650
1678600
1678550
Área: 0.34 ha
N Árboles: 256
Carbono Acumulado: 0.0031 ton^{-1}
Biomasa Acumulada: 0.0063 ton^{-1}
Volumen: 0.009 m^3
Elaborado por: Waldina Vásquez
1:600
10 5 0 10 Metros
SIMBOLOGÍA
Muestreo de árboles
Forma de muestreo
Parcela
PROYECIÓN_UTM
WGS_1984
ZONA_16N
642210

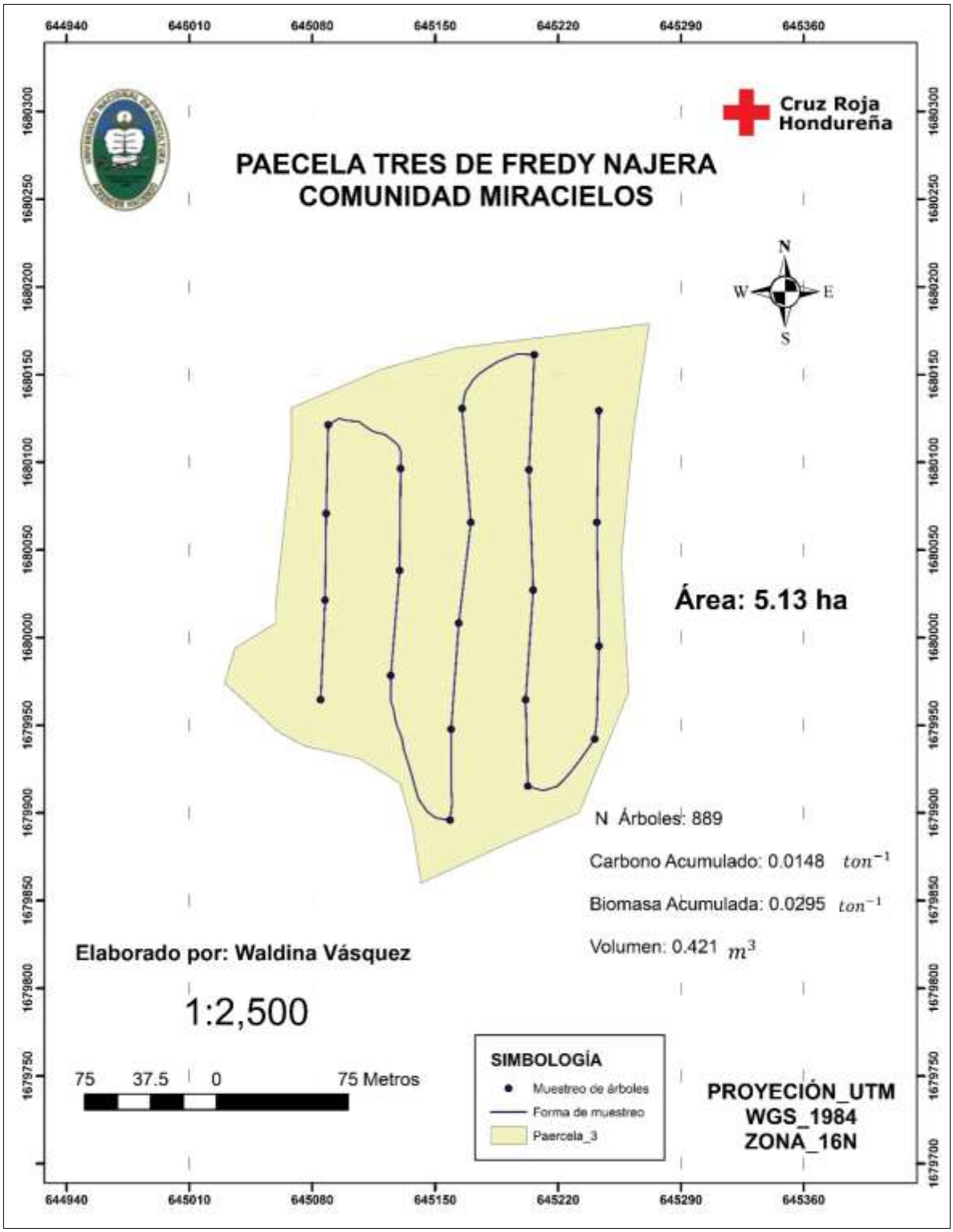

PARCELA DE MANUEL ACUÑA (Padre)
Cruz Roja Hondureña
COMUNIDAD: "SAN AGUSTÍN BLANCO"
N° Árboles: 953
Carbono Acumulado: 0.0206 ton-1
Biomasa Acumulada: 0.0412 ton-1
Volumen: 0.0589 m3
Área: 1.74 ha
UTM_WGS-84_ZONA-16N
1:1,500
0 5 10 20 30 40
Metros
Elaborado por: Waldina Vásquez
Simbología
Muestro de árboles
Forma_Muestreo
Polígono_Manuel_Padre


PARCELA DE LUIS ALFREDO HERNÁNDEZ
Cruz Roja Hondureña
COMUNIDAD: "SAN AGUSTÍN BLANCO"
N° Árboles: 526
Carbono Acumulado: 0.0039 ton-1
Biomasa Acumulada: 0.0078 ton-1
Volumen: 0.0112 m3
Área: 0.90 ha
UTM_WGS-84_ZONA-16N
1:500
0 2.755.5 11 16.5 22
Metros
Elaborado por: Waldina Vásquez
Simbología
Muestro de árboles
Forma_Muestreo
Polígono_Luis_Hndz

Anexo 13. Croquis de las parcelas de la comunidad de Miracielo






644940
645010
645080
645150
645220
645290
645360
1680300
1680250
1680200
1680150
1680100
1680050
1680000
1679950
1679900
1679850
1679800
1679750
1679700
Cruz Roja Hondureña
PAECELA TRES DE FREDY NAJERA
COMUNIDAD MIRACIELOS
N
W
E
S
Área: 5.13 ha
N Árboles: 889
Carbono Acumulado: 0.0148 ton^{-1}
Biomasa Acumulada: 0.0295 ton^{-1}
Volumen: 0.421 m^3
Elaborado por: Waldina Vásquez
1:2,500
75 37.5 0 75 Metros
SIMBOLOGÍA
Muestreo de árboles
Forma de muestreo
Paercela_3
PROYECIÓN_UTM
WGS_1984
ZONA_16N