

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**VOLUMEN Y BIOMASA ARBÓREA EN FINCAS CON SISTEMAS
AGROFORESTALES CON CACAO Y EN FINCAS CON PASTURAS, EN
CATACAMAS Y DULCE NOMBRE DE CULMÍ EN OLANCHO, HONDURAS**

HONDURAS

POR:

ALEJANDRO JOSÉ ORDÓÑEZ HERNÁNDEZ

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2020

**VOLUMEN Y BIOMASA ARBÓREA EN FINCAS CON SISTEMAS
AGROFORESTALES CON CACAO Y EN FINCAS CON PASTURAS, EN
CATACAMAS Y DULCE NOMBRE DE CULMÍ EN OLANCHO, HONDURAS**

POR:

ALEJANDRO JOSÉ ORDÓÑEZ HERNÁNDEZ

OSCAR FERREIRA, M.Sc.

Asesor Principal

**TRABAJO PROFESIONAL SUPERVISADO
PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TÍTULO
DE LICENCIADO EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE**

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE 2020

DEDICATORIA

A **DIOS** por permitirme llegar a esta parte de mi vida y sobre todo por guiarme, protegerme y bendecirme durante el camino de la vida que me ha tocado vivir.

A mi madre y padre **Carmen Maribel Hernández Ordóñez y José Ángel Ordóñez Alvarado** por apoyarme en cada una de mis decisiones, por sacrificar años de su vida para formarnos como hombres de bien junto a mis hermanos, por confiar en mí a pesar de mis errores. Con todo el amor que les tengo, este triunfo es de ustedes, los amo.

A mis abuelos **Gilda Rosa Alvarado y Francisco Beltrán Ordóñez** por ser ese motor de motivación para llegar a cumplir esta etapa de mi vida satisfactoriamente, por sus consejos y apoyo incondicional, por su sabiduría y amor puro hacia mi persona, Dios los bendiga por siempre

A mis hermanos **Fernando José Ordóñez Hernández y Leonardo José Ordóñez Hernández** por verme como un ejemplo a seguir, por su apoyo y cariño de hermanos, por depositar su confianza en mí y permitirme ser su guía para que ustedes también puedan triunfar.

A **mis tíos** por brindarme su apoyo durante mi carrera universitaria, tomarse el tiempo de brindarme sus consejos y depositar su confianza en mí de manera incondicional.

A **mis amigos**, a todos aquellos que han estado desde que era un niño, a aquellos amigos que por circunstancias de la vida ya no están, a aquellos amigos que sume dentro de la universidad, a aquellos amigos que en el camino he tenido la oportunidad de conocer, a todos aquellos amigos que lograron convertirse en mis hermanos, de todo corazón les agradezco su presencia en mi vida, por decisión propia no mencionare nombres, pero mi ser tiene claro quiénes son. Un abrazo puro a ustedes.

A la señora **Angélica Ramos** por ser quien me permitió tener la oportunidad de ingresar a la Universidad Nacional de Agricultura. Mi familia y yo estaremos siempre agradecidos con usted y su hijo **Ricardo Antonio Ramos Arias**.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Nacional De Agricultura (UNAG)** por haberse convertido en mi ALMA MATER, la institución que hoy me da la oportunidad de ser un profesional y agente de cambio de nuestra sociedad, a cada uno de sus docentes y trabajadores de la institución por permitirme aprender de ellos y hacerme ver que todos los días se puede captar nuevos conocimientos.

Al **Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza (CATIE)**, especialmente al **Ingeniero Edwin García**, coordinador del proyecto “Arboles en finca” del CATIE en Honduras, y al **Ingeniero Julio Godoy**, por haber depositado su confianza en mí y permitirme formar parte de un gran equipo de investigación y haber tenido una experiencia formidable dentro de las ciencias agrícolas y ambientales.

A mis asesores. A mi asesor principal, el **M.Sc. Oscar Ferreira** y asesores secundarios, el **M.Sc. Jorge Luis Escobar** y el **M.Sc. Adolfo Pineda** por acompañarme en este último proceso de formación dentro de la Universidad Nacional de Agricultura.

A mis compañeros y equipo de trabajo: **José Carlos Pereira, Evin José Zoler, Adrián Irías y Elam Pacheco** por acompañarme y apoyarme técnicamente durante el proceso de campo de tesis.

Entre los socios de financiación que han apoyado esta investigación están: Programa de Investigación de CGIAR sobre Bosques, Árboles y Agroforestería (CRP-FTA), con el apoyo financiero del Fondo del CGIAR y el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza).

CONTENIDO

	Pág.
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCIÓN	xiv
II. OBJETIVOS	iv
2.1. General.....	iv
2.2. Específicos.....	iv
III. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1 Cambio climático.....	5
3.2. Emisiones de carbono.....	6
3.2.1. Características de los sistemas agroforestales	8
3.2.2. Clasificación de los sistemas agroforestales	9
3.2.3. Desventajas y ventajas de la agroforestería	10
3.4. Árboles en finca	11
3.5. Cálculo de biomasa.....	13
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	13
4.1. Ubicación del estudio.....	13
4.2. Método.....	14
4.3. Materiales y equipo	15
4.3.1 Equipo de trabajo.....	15
4.4. Metodología	16
4.5. Primer etapa: selección de parcelas a muestrear	16
4.6. Segunda etapa: delimitación de la parcela	17
4.7. Tercer etapa: muestreo de la parcela.....	19
4.7.1 Inspección de la parcela	20
4.7.2 Árboles muestreados dentro de las parcelas circulares.	20

4.8. Cuarta etapa: identificación de las especies de árboles presentes en las fincas	21
4.9. Quinta etapa: determinación del volumen, biomasa y carbono de los árboles	21
4.9.1. Determinación del volumen de los arboles.....	22
4.9.2. Biomasa	23
4.9.3. Carbono.....	23
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
5.1 Fincas muestreadas	24
5.2. Especies de árboles identificadas durante el estudio.....	28
5.2.1. Especies identificadas en fincas con sistemas SAF Cacao.....	29
5.2.2. Especies identificadas en fincas con Pasturas.....	31
5.3. Volumen arbóreo estimado.....	33
5.3.1. Volumen arbóreo en fincas SAF Cacao	33
5.3.2. Volumen arbóreo estimado en fincas con Pasturas.....	35
5.4. Biomasa y carbono arbóreo estimado	36
5.4.1. Biomasa en parcelas con SAF cacao.....	36
5.4.2. Biomasa arbórea en parcelas con Pasturas	38
5.4.3. Carbono.....	39
VI. CONCLUSIONES	42
VII. RECOMENDACIONES	43
VIII. BIBLIOGRAFIA	44
ANEXOS.....	49

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Factor de forma según la edad del árbol.....	24
Cuadro 2. Fincas con sistemas agroforestales en el estudio en los municipios de Catacamas y en el municipio de Dulce Nombre de Culmí en Olancho.....	27
Cuadro 3. Fincas con pasturas muestreadas durante el estudio en cuatro comunidades de Catacamas y dos comunidades de Dulce Nombre de Culmí en el departamento de Olancho.....	28
Cuadro 4. Especies de árboles identificadas y muestreadas en fincas con SAF Cacao durante el estudio “Arboles en finca” en Catacamas, y Dulce Nombre de Culmí departamento de Olancho.....	31
Cuadro 5. Especies de árboles identificadas y muestreadas en fincas con Pasturas durante el estudio “Arboles en finca” en Catacamas, Dulce Nombre de Culmí, departamento de Olancho.....	33

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Volumen arbóreo estimado en cada una de las fincas AC muestreadas.....	34
Tabla 2. Volumen arbóreo estimado en cada una de las fincas AP muestreadas.....	35
Tabla 3. Valores promedio para fincas AC y AP dentro del estudio “Arboles en finca”....	36
Tabla 4. Toneladas de biomasa estimadas en un radio de 39.9 metros de radio para cada una de las fincas SAF Cacao muestreadas.....	37
Tabla 5. Biomasa arbórea presente en toneladas en parcelas de 56.4 m de radio dentro de las fincas con Pasturas.....	38
Tabla 6. Valores promedio de biomasa arbórea en toneladas por sistema.....	39
Tabla 7. Valores de carbono estimados para parcelas SAF Cacao.....	40
Tabla 8. Carbono estimado en un radio de 56.4 m para cada una de las parcelas con Pasturas muestreadas.....	41

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Figura 1: Ubicación de los sitios de estudio en Catacamas, Dulce Nombre de Culmí y Patuca, departamento de Olancho.....	15
Figura 2. Proceso realizado previo a la fase de campo, para la selección de las fincas a muestrear, facilitadas a partir de la base de datos de APROSACAO en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, departamento de Olancho.....	17
Figura 3. Proceso realizado para la delimitación de las fincas muestreadas en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, departamento de Olancho.....	19
Figura 4. Delimitación del tamaño de área de muestro de las parcelas circulares en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, departamento de Olancho.....	20
Figura 5. Esquema de la fórmula del cilindro.....	23
Figura 6. Ubicación de las fincas SAF cacao muestreadas en Catacama y Dulce Nombre de Culmí ,departamento de Olancho.....	25
Figura 7. Ubicación de las fincas con pasturas muestreadas en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, en el departamento de Olancho.....	26

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Traslado del equipo de trabajo a las fincas ubicadas en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí en Olancho.....	51
Anexo 2. Formato de campo utilizado para el muestreo de fincas con sistemas agroforestales en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho.....	52
Anexo 3. Formato de campo utilizado para el muestreo de fincas con pasturas en el estudio en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, Olancho.....	56
Anexo 4. Delimitación del radio de la parcela usando el hipsómetro digital (<i>NykonForestryPro</i> [®]).....	57
Anexo 5. Tabla de estimación de biomasa y carbono para parcela AC- muestreada.....	58
Anexo 6. Equipo de trabajo tomando variables dasométricas en finca con SAF cacao.....	61

GLOSARIO

CAP: Circunferencia a la altura al pecho

CATIE: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

DAP: Diámetro a la altura al pecho

FF: Factor de forma

GEI: Gases de efecto invernadero

GPS: *Globalpositioningsystem*

MSNM: Metros sobre el nivel del mar

SAF: Sistema agroforestal

SSP: Sistema silvopastoril

Ordóñez Hernández, A.J. 2020. Volumen y biomasa arbórea en fincas con sistemas agroforestales con cacao y en fincas con pasturas en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, en Olancho, Honduras. Tesis Lic. Recursos Naturales y Ambiente. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras. C.A. 61 p.

RESUMEN

Se llevo a cabo un estudio en fincas en sistemas agroforestales con cacao y en fincas con pasturas en las comunidades de Rio Tinto, Rio Blanco, Cuyamel y Poncaya pertenecientes al municipio de Catacamas, así como en las comunidades de Buenos Aires Paulaya y San José de la Montaña en el municipio de Dulce Nombre de Culmí, todas estas pertenecientes al departamento de Olancho. Dicho estudio, tuvo como objetivo identificar las especies de árboles presentes en las fincas y así mismo estimar las cantidades de biomasa presentes en las parcelas muestreadas. El estudio estuvo a cargo del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), junto a la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG) en colaboración con la Asociación de Productores de Sistemas Agroforestales de Cacao Orgánico de Catacamas (APROSACAO). En cada finca muestreada se establecieron parcelas circulares de 39.9 m de radio para sistemas agroforestales y parcelas circulares de 56.4 m de radio para pasturas, dentro de cada una de estas se muestreo cada árbol con un Diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm, para cada árbol se tomaron en campo variables dasométricas como ser, altura comercial y altura total. Al final del estudio se logró muestrear un total de treinta y ocho fincas con sistema agroforestales y dieciocho fincas con pasturas en las diferentes fincas establecidas dentro de las comunidades seleccionadas, lográndose identificar 90 especies de árboles dentro de las fincas con sistemas agroforestales muestreadas y 42 especies de árboles presentes en fincas con pasturas, en cuanto a los valores de biomasa estimados en las parcelas de muestreo, se obtuvo un promedio de 2.5 toneladas de biomasa arbórea para fincas con pasturas, mientras que para fincas SAF cacao, los valores promedio de biomasa arbórea presente ,fueron de 15.50 toneladas de biomasa. De acuerdo a los resultados se podrá tener una base de datos que permite dar seguimiento a los sitios de muestreo y seguir generando evidencia científica para conocer como el establecimiento de arboles en estos sistemas contribuyen a mitigar los efectos del cambio climático a través de la captura de carbono y biomasa.

Palabras claves: CATIE, estimar, especies, variables dasométricas, muestreo y parcelas circulares.

I. INTRODUCCIÓN

La región centroamericana, es uno de las áreas más afectadas por el cambio climático, especialmente en países como Honduras, donde sumado a esto convergen otros problemas ambientales, como ser el avance de la frontera agrícola, generando la pérdida de bosques, por cambios de uso de suelo a pastizales o cultivos agrícolas, particularmente en las zonas del departamento de Olancho, donde es necesario la implementación de proyectos sustentables y amigables con el ambiente a través de mecanismos de desarrollo limpio (MDL) que permitan un mejor manejo de los recursos naturales y de igual manera, que contribuya a la mitigación de los gases de efecto invernadero (GEI) (CLIFOR 2017).

Una de esas propuestas son los sistemas agroforestales y los silvopastoriles; actualmente son una alternativa viable para el productor y el ambiente, ya que de esta manera organizan mejor sus parcelas de tierra, distribuyendo ampliamente sus cultivos, alcanzando mejor éxito con las plantaciones forestales y al mismo tiempo aportando un servicio ambiental importante, tal como lo es la retención de biomasa y carbono en la madera de los árboles, como un medio de mitigación al cambio climático a través de la reducción de los gases de efecto invernadero (Medina,2010)

En Honduras, se han realizado algunos estudios para determinar la cantidad de biomasa y carbono aéreo contenidos en bosques naturales de *Pinus oocarpa*. Para la región central del país se reportó una acumulación de 73.06 t/ha de biomasa (Ramos y Ferreira, 2000). Por otro lado, en el cerro El Tablón, ubicado en el municipio de Cabañas (Departamento de La Paz), se estimó una acumulación de carbono de 22.50 t/ha (Albeto y Elvir, 2008).

Mientras Medina (2010) elaboro 10 tablas de biomasa, generales y específicas, y por sistema, para las especies de caoba del pacífico, caoba africana, laurel y cedro, para ser utilizadas en plantaciones jóvenes en el este de Olancho, en sistemas agroforestales y silvopastoriles. La identificación de las especies presentes en sistemas agroforestales y silvopastoriles, así como las cantidades de biomasa y carbono que estos almacenan son sumamente importantes para generar datos para el país sobre el comportamiento de estos sistemas, así como otros servicios que estos ofrecen: provisión de sombra, de madera, frutos, leña, son un grupo de los muchos beneficios que las especies forestales proveen dentro de las fincas (Somarriba *et al.* 2008).

Por eso es de mucha importancia que la parte de investigación por parte de los gobiernos y sobre todo de la academia puedan sustentar estos aportes de los árboles en finca a través de la ciencia e investigación, así como es importante el acompañamiento técnico para los dueños de fincas silvopastoriles o pasturas para incentivar el mantenimiento, diversificación y manejo de estos sistemas (CLIFOR 2017).

Debido a esto, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) junto a la Universidad Nacional de Agricultura (UNAG), en colaboración con la Asociación de Productores de Sistemas Agroforestales con Cacao Orgánico de Olancho (APROSACAO) desarrollaron un estudio para estimar la biomasa arbórea e identificar las especies forestales presentes en las fincas con sistemas agroforestales y pastizales en las comunidades de Río Tinto, Río Blanco, Poncaya y Cuyamel comunidades al este de Catacamas, así mismo en el municipio de Dulce Nombre de Culmí, comunidad de Buenos Aires y en el municipio de Patuca en la comunidad de Cuyamelito, en el departamento de Olancho..

II. OBJETIVOS

2.1.General

Determinar el volumen y biomasa arbórea en sistemas agroforestales con cacao y pasturas, en fincas de Catacamas, Dulce Nombre de Culmí y Patuca en Olancho, Honduras.

2.2.Específicos

- a. Elaborar un muestreo de los árboles en fincas con sistemas agroforestales y en fincas con pasturas en Catacamas, Dulce Nombre de Culmí en Olancho, Honduras.
- b. Medir las variables dasométricas de los árboles en fincas con sistemas agroforestales y en fincas con pasturas en Catacamas, Dulce Nombre de Culmí en Olancho, Honduras.
- c. Determinar la biomasa y carbono de los árboles presentes en fincas con sistemas agroforestales y en fincas con pasturas en Catacamas, Dulce Nombre de Culmí en Olancho, Honduras.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Cambio climático

El cambio climático es, hoy en día, un tema obligado en las preocupaciones de todo ser responsable y en la agenda de cualquier gobierno. El tema es abordado por algunos estudiosos como una de las tendencias de la sociedad posmoderna. La degradación del medio ambiente con el consecuente cambio climático es una bomba de tiempo que debe desactivarse si no queremos desaparecer como especie del planeta tierra (Cordero 2012).

Según la Comisión Europea (2006) a través de la Dirección General de Ambiente, el clima está cambiando por la manera en que se vive actualmente, en especial en los países más ricos y económicamente desarrollados, entre los que figuran los de la Unión Europea, las centrales que producen energía para que haya electricidad y calefacción en nuestros hogares, los coches y aviones que utilizamos, las fábricas que producen los artículos que compramos, la agricultura que nos da de comer: todos estos elementos contribuyen a cambiar el clima.

Somarriba *et al.* (2008) mencionan que la deforestación, las quemas y el consumo masivo de combustibles fósiles con fines industriales, comerciales y residenciales emiten gases a la atmósfera que hacen que el aire se caliente y cambie drásticamente el clima mundial. **Los impactos del cambio climático global en las economías de los países son tan severos y de tal magnitud, que los gobiernos han firmado protocolos y convenciones para regular las emisiones y mitigar los impactos acumulados y actuales de las acciones humanas sobre los GEI. La tendencia al calentamiento se debe a la creciente cantidad de gases de efecto invernadero emitida por las actividades humanas**

La comisión Europea (2006) prevé que esta tendencia se acelere, aumentando la temperatura media del planeta entre 1,4 °C y 5,8 °C al 2100, y las temperaturas en Europa entre 2 °C y 6,3 °C. Mientras que el Informe sobre Desarrollo Humano 2007-2008 sostiene que el calentamiento pone en evidencia que sobrepasamos la capacidad de carga de la atmósfera del planeta, a un ritmo sin precedentes. Se estima que la temperatura mundial podría aumentar en más de 5° C. debido a las emisiones de dióxido de carbono a partir de la quema de combustibles fósiles (Cordero 2012).

Lohmann (2010) menciona que el Protocolo de Kioto, por ejemplo, ha establecido el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) para mitigar el cambio climático. La reforestación y el manejo de la regeneración natural de árboles en los campos agrícolas podrían utilizarse para fijar carbono atmosférico, producir madera y otros servicios arbóreos de utilidad para la finca o la venta y, al mismo tiempo, contribuir a la mitigación del cambio climático y recibir un pago por este servicio ambiental (Somarriba *et al.* 2008)

3.2. Emisiones de carbono

Las actuales modificaciones en el clima mundial son mucho más devastadoras que ninguna otra que haya sucedido en la historia de la humanidad, su principal causa es el aumento de la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, la habitabilidad del planeta Tierra depende de que los niveles de dióxido de carbono no disminuyan ni aumenten en demasía, la mantención del nivel de dióxido de carbono dentro de límites razonables implica un intrincado juego de controles y balances en la atmósfera, los océanos, los seres vivos y la corteza y el manto terrestres (Lohmann 2000).

El cambio climático es causado por el aumento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero (GEI), especialmente, por el CO₂, estas concentraciones son provocadas por la proliferación del uso de combustibles fósiles. Son sabidas las consecuencias del cambio climático global en todos los ámbitos de la vida del planeta, cambio que es causado principalmente por la concentración creciente de gases de efecto invernadero (GEI), en especial, el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) (CE 2006).

3.3.Sistemas agroforestales

Figuroa (2009) define los sistemas agroforestales como el cultivo deliberado de árboles en la misma unidad de tierra que los cultivos agrícolas y/o la cría de animales, ya sea en forma de mezcla espacial o en secuencia temporal. De esta misma manera López (2007) argumenta que los sistemas agroforestales son una forma de uso de la tierra en donde leñosas perennes interactúan biológicamente en un área con cultivos y/o animales; el propósito fundamental es diversificar y optimizar la producción respetando en principio de la sostenibilidad.

Los sistemas agroforestales (SAF) son un conjunto de tecnologías de suelo, agua, nutrientes y vegetación, están basados en tres tipos de cobertura al suelo: manejo de rastrojos, cultivos y arbustos y árboles disperses en regeneración natural (FAO s.f.). Los SAF se fomentan como respuesta a los problemas de la deforestación, la creciente escasez de cobertura y de productos forestales y la degradación medioambiental en ecosistemas frágiles como los montañosos tropicales, esto es especialmente valioso en Centroamérica, donde más del 50 % de la tierra en uso agropecuario se encuentra en zonas montañosas y el 32 % de toda la tierra utilizada (suelos agrícolas, pasturas permanentes y bosques) está degradado, debido a la erosión hídrica) (Moreira *et al.*2017).

La agroforestería se puede considerar como la combinación multidisciplinaria de diversas técnicas ecológicamente viables, que implican el manejo de árboles o arbustos, cultivos

alimenticios y/o animales en forma simultánea o secuencial, garantizando a largo plazo una productividad aceptable y aplicando prácticas de manejo compatibles con las habituales de la población local (Musálem 2001). Se trata del uso de una serie de técnicas que combinan la agronomía, la silvicultura y la zootecnia para lograr un adecuado manejo del conjunto y las interdependencias entre cada uno de sus elementos (CONAFOR 2007).

Los SAF amigables con el ambiente basan su manejo en el empleo de prácticas de conservación de suelos y aguas, aumento de la biodiversidad, uso de materia orgánica, utilización racional de insumos necesarios para la nutrición y el control de enfermedades, integración de árboles dentro del cultivo, empleo de sistemas de monitoreo y alertas tempranas para el control de enfermedades, plagas y alteraciones climáticas, entre otros aspectos, que permiten modificar el entorno natural del sistema (Moreira *et al.*2017).

La agroforestería ha estado por más de 30 años en la agenda de instituciones de gobierno, centros de investigación, academia, organizaciones no gubernamentales y proyectos. Sin embargo, se requieren mayores esfuerzos para promover la agroforestería como una opción para el manejo sostenible de la tierra y que sea parte de la estrategia de seguridad alimentaria y nutricional y del cambio climático en el país (Orozco y López 2013).

3.2.1. Características de los sistemas agroforestales

Según Farrell y Altieri (s.f.) la agroforestería incorpora cuatro características:

- **Estructura:** A diferencia de la agricultura y la actividad forestal modernas, la agroforestería combina árboles, cultivos y animales.

En el pasado, los agricultores rara vez consideraban útiles a los árboles en el terreno para el cultivo, mientras que los forestales han tomado los bosques como reservas para el crecimiento de árboles (Naír 1983).

- **Sustentabilidad:** la agroforestería optimiza los efectos beneficiosos de las interacciones entre las especies boscosas y los cultivos o animales. Al utilizar los ecosistemas naturales como modelos y al aplicar sus características ecológicas al sistema agrícola, se espera que la productividad a largo plazo pueda mantenerse sin degradar la tierra.
- **Incremento en la productividad:** Al mejorar las relaciones complementarias entre los componentes del predio, con condiciones mejoradas de crecimiento y un uso eficaz de los recursos naturales (espacio, suelo, agua, luz), se espera que la producción sea mayor en los sistemas agroforestales que en los sistemas convencionales de uso de la tierra.
- **Adaptabilidad cultural/socioeconómica:** A pesar de que la agroforestería es apropiada para una amplia gama de predios de diversos tamaños y de condiciones socioeconómicas, su potencial ha sido particularmente reconocido para los pequeños agricultores en áreas marginales y pobres de las zonas tropicales y subtropicales.

3.2.2. Clasificación de los sistemas agroforestales

Existen varios criterios para la clasificación de los sistemas agroforestales de acuerdo con el arreglo temporal y espacial de sus componentes, la importancia y rol de estos componentes, los objetivos de la producción del sistema y el escenario económico social (Conafor 2007).

Según Rivas (2015) existen dos categorías básicas de sistemas agroforestales: simultáneos y secuenciales, de otra manera Ramírez (SF) argumenta que los SAF se clasifican de manera general en: Sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles y sistemas agrosilvopastoriles.

Así mismo Villacorta (2011) menciona que, en cuanto a la estructura, los sistemas agroforestales pueden agruparse así:

- **Agrosilvicultura:** El uso de la tierra para la producción secuencial o concurrente de cultivos agrícolas y cultivos boscosos.

- **Sistemas silvopastoriles** Sistemas de manejo de la tierra en los que los bosques se manejan para la producción de madera, alimento y forraje, como también para la crianza de animales domésticos.
- **Sistemas agrosilvopastoriles:** Sistemas donde la tierra se maneja para la producción concurrente de cultivos forestales y agrícolas y para la crianza de animales domésticos.
- **Sistemas de producción forestal de multipropósito:** Donde las especies forestales se regeneran y manejan para producir no solo madera, sino también hojas y/o frutas que son apropiadas para alimento y/o forraje.

3.2.3. Desventajas y ventajas de la agroforestería

Figuroa (2009) menciona que algunas desventajas de los SAF son: Puede disminuir la producción de los cultivos principalmente cuando se utilizan demasiados árboles (competencia) y/o especies incompatibles, pérdida de nutrientes cuando la madera y otros productos forestales son cosechados y exportados fuera de la parcela, interceptación de parte de la lluvia, lo que reduce la cantidad de agua que llega al suelo, daños mecánicos eventuales a los cultivos asociados cuando se cosechan o se podan los árboles, o por caída de gotas de lluvia desde árboles altos, los árboles pueden obstaculizar la cosecha mecánica de los cultivos, el microambiente puede favorecer algunas plagas y enfermedades.

De otra manera Villacorta (2009) menciona que algunas ventajas de los SAF pueden ser: Mediante la eficiencia ecológica se puede aumentar la producción total por unidad de tierra, los diferentes componentes o productos de los sistemas podrían ser utilizados como insumos para la producción de otros, en relación con las plantaciones puramente forestales, la introducción de cultivos agrícolas junto con prácticas culturales intensivas bien adaptadas, a

menudo se traduce en un aumento de la producción forestal y en una merma en los costos de manejo.

Los productos arbóreos a menudo se pueden obtener a lo largo de todo el año, proporcionando oportunidades de mano de obra y un ingreso regular anualmente, algunos productos arbóreos se pueden obtener sin necesidad de un manejo muy activo, otorgándoles una función de reserva para los periodos en que fallan los cultivos agrícolas, o para necesidades sociales determinadas, por ejemplo la construcción de una casa, en la producción de varios productos existe un riesgo de extensión, en la medida que varios de ellos serán afectados de manera diferente por condiciones desfavorables, la producción se puede enfocar hacia la autosuficiencia y el mercado, la dependencia de la situación del mercado local se puede ajustar de acuerdo con la necesidad del agricultor. Si se desea los productos son consumidos total o parcialmente, o son destinados al mercado cuando se dan las condiciones adecuadas (Rivas 2015).

3.4. Árboles en finca

Los árboles son elementos fundamentales tanto en paisajes naturales como en paisajes modificados ya que su diversidad, abundancia y composición influyen en fundamentales procesos y servicios ecosistémicos. Con el avance de la frontera agrícola y la consecuente reducción de bosques naturales, los árboles fuera de bosques y los árboles dentro de sistemas productivos han tomado mucha importancia a nivel ambiental, social y económico (Somarriba *et al.* 2008).

Estos árboles tienen influencia en procesos ecológicos a nivel de finca y paisaje, como el ciclaje de nutrientes y también influyen en los beneficios económicos y alimenticios para las familias rurales. Este relativo reciente interés en cuantificar la diversidad de los árboles en fincas ha mostrado vacíos de información sobre metodologías apropiadas para realizar esta cuantificación (Villacorta 2009)

VARIABLES IMPORTANTES PARA TOMAR EN CUENTA SON LOS USOS DE SUELO, LA ESCALA ESPACIAL, PARCELA, FINCA Y PAISAJES Y LAS ÁREAS DE LAS PARCELAS. LOS ÁRBOLES GENERALMENTE SE SUBUTILIZAN EN LA AGRICULTURA Y, SI BIEN SE HA ESCRITO MUCHO RESPECTO A SUS VIRTUDES SU POTENCIAL SE HA EXPLOTADO RELATIVAMENTE POCO (CARREÑO 2015).

A CAUSA DE SUS HÁBITOS DE CRECIMIENTO Y SU FORMA, LOS ÁRBOLES INFLUYEN A OTROS COMPONENTES DEL SISTEMA AGRÍCOLA (SUS GRANDES DOSELES AFECTAN LA RADIACIÓN SOLAR, PRECIPITACIONES Y MOVIMIENTO DEL AIRE, A LA VEZ QUE SU EXTENSO SISTEMA DE RAÍCES OCUPA GRANDES VOLÚMENES DE SUELO. LA ABSORCIÓN DE AGUA Y NUTRIENTES Y LA REDISTRIBUCIÓN DE LOS NUTRIENTES COMO EL HUMUS, AL IGUAL QUE EL MOVIMIENTO IRRUPTIVO DE LAS RAÍCES Y LAS POSIBLES ASOCIACIONES BACTERIALES/FUNGALES, TAMBIÉN PUEDEN ALTERAR EL AMBIENTE DE CRECIMIENTO. LOS ÁRBOLES PUEDEN MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UN AGROECOSISTEMA, AL INFLUIR EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO, DEL MICROCLIMA, DE LA HIDROLOGÍA Y DE OTROS COMPONENTES BIOLÓGICOS ASOCIADOS (FARELL Y ALTIERI (S.F.))

CONTRERAS (S.F.) MENCIONA QUE SE HAN ENFOCADO EN VARIABLES BIOFÍSICAS Y POCO SE CONOCE DEL APORTE ECONÓMICO QUE BRINDAN LOS ÁRBOLES A LAS FAMILIAS RURALES, LO CUAL PODRÍA SER INFORMACIÓN CLAVE PARA INCENTIVAR UN MAYOR DISEÑO Y MANEJO DE FINCAS CON ÁRBOLES POR PARTE DE LOS ACTORES VINCULADOS AL ÁREA RURAL. PARA OBTENER INFORMACIÓN SOBRE LA CONTRIBUCIÓN DE LOS ÁRBOLES A LA ECONOMÍA DE LAS FAMILIAS RURALES Y CONOCER CÓMO EL CONTEXTO BIOFÍSICO Y SOCIOECONÓMICO PUEDE INFLUIR EN ESTA. OROZCO *ET AL.* (2007) EXPLICAN QUE EN CENTROAMÉRICA LA MAYORÍA DE LAS ESPECIES ARBÓREAS HAN SIDO PLANTADAS, MANEJADAS Y APROVECHADAS PARA MADERA, FRUTA, LEÑA, O SOLO SOMBRA.

VARIAS ESPECIES ARBÓREAS SE UTILIZAN CON UN MISMO FIN; POR EJEMPLO, LAUREL (*Cordia alliodora*) Y CEDRO AMARGO (*Cedrela odorata*) SE UTILIZAN COMO FUENTE DE MADERA PARA CONSUMO EN LA FINCA, EL HOGAR Y PARA LA VENTA. ENTRE LOS FRUTALES MÁS COMÚNMENTE PLANTADOS EN LOS CACAOTALES CENTROAMERICANOS HAY VARIOS GENOTIPOS DE BANANOS, GUINEOS Y PLÁTANOS (*Musa* spp), NARANJA (*Citrus* spp), COCO (*Cocos nucifera*), MANGO (*Mangifera indica*), MAMÓN CHINO O RAMBUTÁN (*Nephelium lappaceum*) Y AGUACATE (*Persea americana*). OTRAS ESPECIES DE SOMBRA ABUNDANTES EN LOS CACAOTALES FUERON MADRECACAO O MADERO NEGRO (*Gliricidia sepium*), VARIAS

especies de guabas (*Inga* spp), leucaena (*Leucaenaleucocephala*) y pejibaye (*Bactrisgasipaes*).

3.5. Cálculo de biomasa

La cuantificación de la biomasa vegetal es clave para conocer el carbono almacenado por los ecosistemas forestales y, por ende, la capacidad de mitigación del cambio climático. Existen variedad de métodos para estimar la biomasa, muchos de ellos con pequeñas variaciones, por ejemplo, el tamaño y forma de las unidades de muestreo, la inclusión o no de algún componente del reservorio (hojas, ramas, raíces, necromasa), diámetro mínimo inventariado, entre otras (Gonzales 2017).

Segura y Kanninen (2002) mencionan que para estimar la biomasa sobre el suelo se pueden emplear dos métodos: 1) las técnicas directas o destructivas, y 2) las técnicas indirectas. Las técnicas destructivas incluyen mediciones en campo, cosecha y toma de muestras de la totalidad de la vegetación, teniendo en cuenta algunos criterios de evaluación. Las técnicas indirectas para estimar biomasa, se encuentra el uso de modelos de biomasa específicos para cada especie, donde los valores de inventarios forestales como diámetro (DAP) y altura, se transforman a términos de biomasa con la ayuda de modelos generales.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del estudio.

El estudio se llevó a cabo en el departamento de Olancho, en el municipio de Catacamas, con coordenadas 14°48'00"N y 85°54'00 W con una altura promedio entre los 450 msnm y una superficie de 7, 173,89 km² con una precipitación aproximada de 1390 mm, así como en el municipio de Dulce Nombre de Culmí, con coordenadas 15°07'00"N y 85°31'06"O, con una altura promedio de 444 msnm y una superficie de 2,925 km². (CLIFOR 2017). Dentro del municipio de Catacamas, el equipo de trabajo se estableció en fincas de las comunidades de Río Tinto, Río Blanco, Poncaya, Cuyamel, pertenecientes al municipio de Catacamas y también se tuvo presencia en fincas de la comunidad de Buenos Aires y San José de la Montaña, municipio de Dulce Nombre de Culmí. (Figura 1).

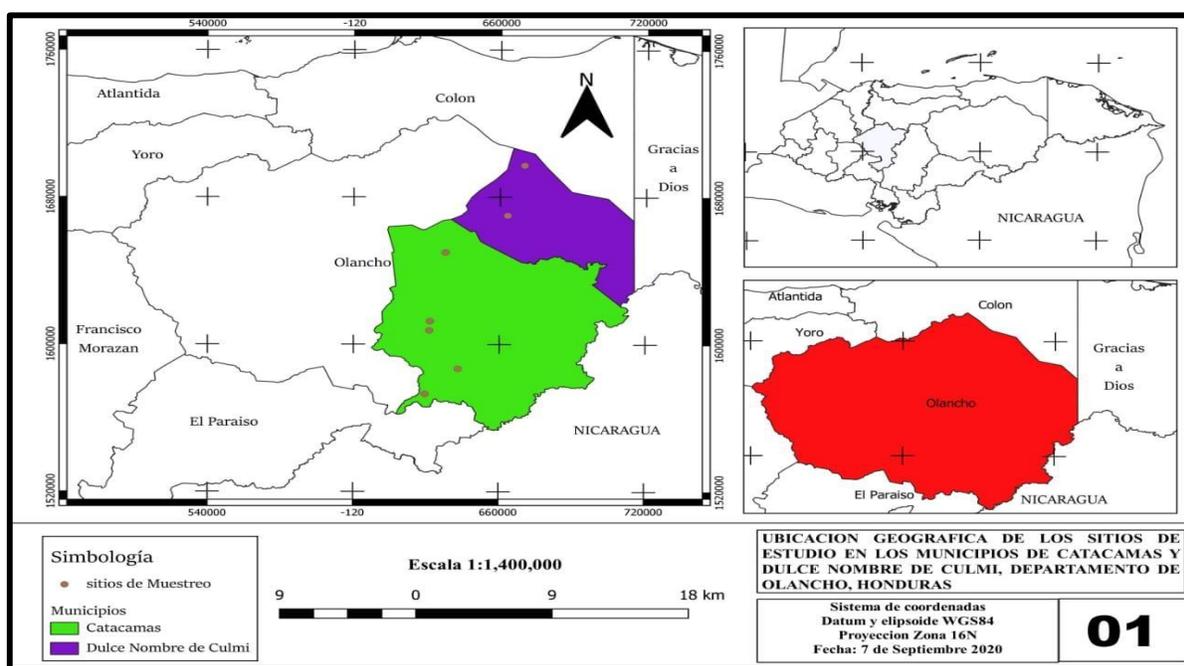


Figura 1: Ubicación de los sitios de estudio en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, departamento de Olancho.

4.2. Método

El estudio se basó en el protocolo de muestreo desarrollado por el equipo técnico en Honduras del proyecto de investigación “Arboles en finca” del CATIE y docentes de la UNAG, técnicos de ICF y HEIFER, donde se adaptaron diferentes metodologías existentes en base a las recomendaciones y discusiones por parte del equipo de trabajo conformado. Esta investigación se desarrolló en simultáneo al presente estudio y que le permitirá al CATIE, comparar los datos entre ambos sitios de estudio.

El protocolo establecido determino la selección de 60 fincas con SAF y 30 de pasturas, seleccionadas al azar, donde se hizo la implementación de parcelas circulares para poder muestrear las fincas, para fincas establecidas con sistemas agroforestales se usaron parcelas circulares de 39.4 metros de radio, mientras que para fincas con pasturas se determino usar parcelas circulares de 56.4 metros de radio del centro de la parcela principal

4.3. Materiales y equipo

Los materiales y equipo utilizados durante el estudio fueron:

- GPS (para tomar las coordenadas específicas de las fincas muestreadas)
- Cinta métrica de costurero (para la medición de la circunferencia de los árboles)
- Cinta de 50 metros (para la medición del área de muestreo)
- Machete (para áreas de muestreo en las que se requirió de limpieza)
- Libreta de campo (levantamiento de datos)
- Estadia de 4 metros de altura (para señalar el centro de la parcela)
- Saco de nylon (como señalador del centro de la parcela)
- Hipsómetro digital (NykonForestry Pro[®])
- Hoja de cálculo de Excel[®] 2019

4.3.1 Equipo de trabajo

Se organizó un equipo de trabajo de cinco personas conformado por tres estudiantes tesistas de la UNAG de Honduras y dos guías locales, en mucho de los casos, se contó con el apoyo de los dueños de las fincas.

4.4. Metodología

El estudio fue desarrollado en cinco etapas diferentes que comprendió la selección de las parcelas de muestreo, delimitación de las parcelas circulares, muestreo de los árboles, identificación de las especies arbóreas y la cuantificación de la biomasa y carbono arbóreo presente en las parcelas.

4.5. Primer etapa: selección de parcelas a muestrear

Se realizaron reuniones previas junto a los representantes del CATIE en Honduras, equipo de trabajo de estudiantes y docentes de la UNAG, involucrados en el estudio y representantes de APROSACAO, para poder acceder a la base de datos de los productores miembros con la que cuenta la cooperativa cacaotera, y a través de esta acción se logró definir el número de fincas a muestrear y la ubicación de estas mismas, las fincas están distribuidas dentro de los municipios del estudio, pero fueron seleccionadas al azar.

APROSACAO cuenta con 810 parcelas intervenidas o establecidas entre los diferentes modelos o diseños; sistema agroforestal con cacao (SAFcacao), sistemas silvopastoriles (SSP), plantaciones puras, árboles en linderos, cercas vivas (se han establecido nuevas parcelas en los últimos años, pero estas quedaron fuera del estudio).

Hay productores que cuentan con varias parcelas o modelos, por lo cual, son únicamente 239 productores. De las 810 parcelas, solamente 155 corresponden a SAFcacao, y 28 a SSP. Estas parcelas están distribuidas en 4 sub-zonas: Río Tinto, Cuyamel, Río Blanco, Poncaya, siendo las dos últimas con mayor presencia. Todas las parcelas se ubican a alturas entre 400 y 800 msnm. Este número de parcelas iniciaron a ser establecidas en 2012, y en cada año se han establecido parcelas nuevas. Es decir, existen parcelas con edades de entre 1 a 7 años.

Para fines del estudio fueron seleccionadas 48 fincas de cacao pertenecientes a APROSACAO y 14 de pasturas propuestas por esta misma institución, estas fincas se seleccionaron en base a la solicitud del CATIE de que fuesen fincas ubicadas dentro de las comunidades establecidas y estuviesen en funcionamiento, siendo facilitado un listado de las fincas con la información de su ubicación y dueños correspondientes para poder trasladarse a estas (Figura 2).

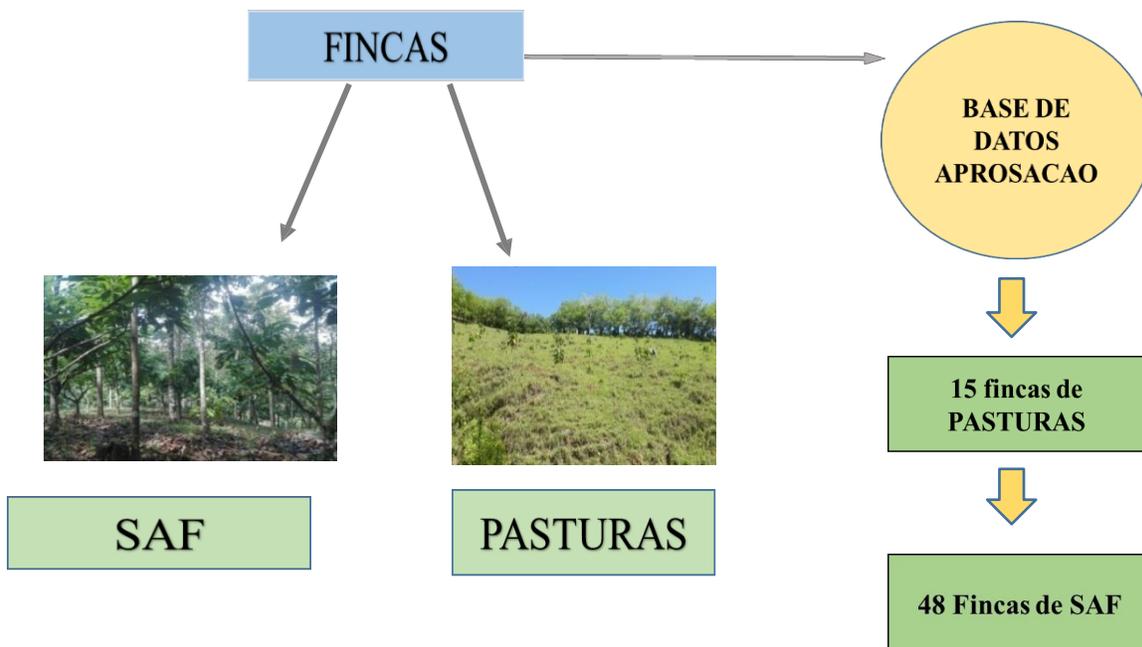


Figura 2. Proceso realizado previo a la fase de campo, para la selección de las fincas a muestrear, facilitadas a partir de la base de datos de APROSACAO en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, departamento de Olancho.

4.6. Segunda etapa: delimitación de la parcela

Para delimitar la parcela, el equipo fue guiado por el dueño de cada finca, hasta ubicarse en el centro de la parcela seleccionada, la metodología de la selección del centro de la parcela fue dirigida, según el criterio del dueño, no se utilizaron otros parámetros técnicos. Una vez ubicados se tomaron las coordenadas GPS y se colocó inmediatamente en el suelo un tubo de PVC de 4 metros de altura con un saco de nylon en la punta, de manera que pudiese ser divisado desde cualquier punto de la finca para poder establecer las medidas de muestreo dentro de la parcela (Figura 3).



Figura 3. Proceso realizado para la delimitación de las fincas muestreadas en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, departamento de Olancho.

Partiendo del punto central se delimitó una parcela circular de 0.5 hectáreas ($r=39.9$ m) para sistemas agroforestales de cacao y 1 hectárea (56.4 m) para pasturas. En vista de que las dimensiones de la parcela debían medirse utilizando la distancia horizontal y que la mayor

parte de las fincas estaban en zonas de pendientes inclinadas fue necesario utilizar el instrumento de levantamiento forestal *Nikon Forestry Pro*[®], ya que esta herramienta facilita la medición horizontal de la distancia del centro de aquellas parcelas que estén ubicadas en terrenos inclinados y de esta manera obtener las dimensiones reales, además de ser una herramienta que permitió medir la altura del árbol (Figura 4).

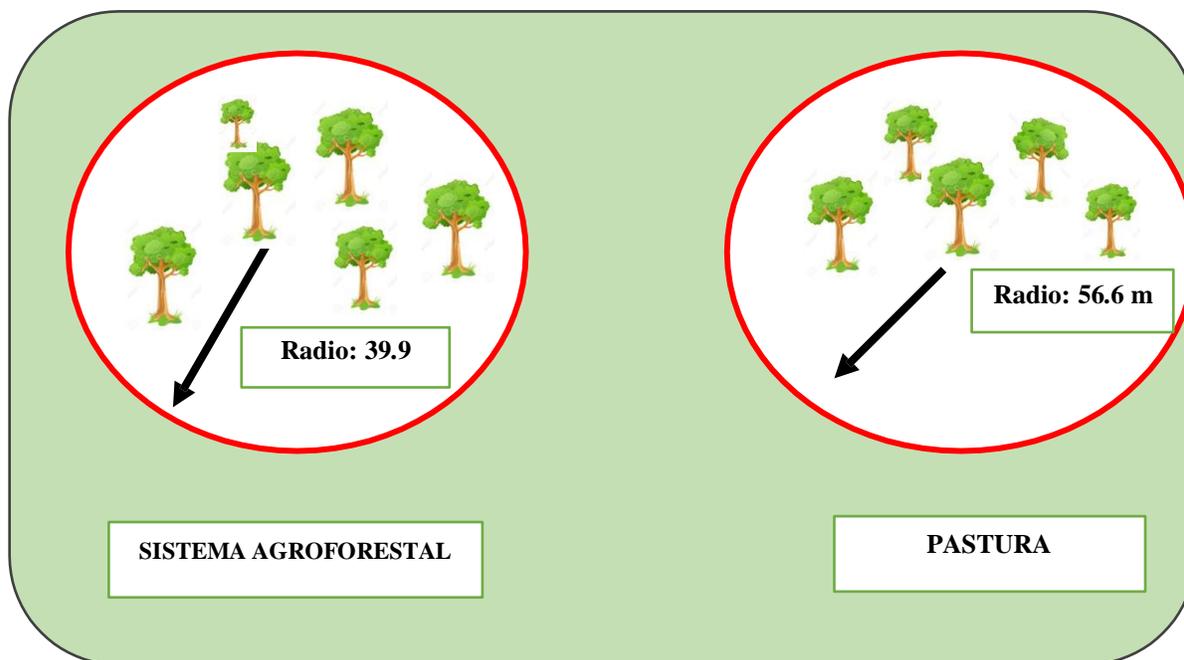


Figura 4. Delimitación del tamaño de área de muestro de las parcelas circulares en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, departamento de Olancho.

En el centro de la parcela principal se registraron los datos generales:

- Posición GPS, elevación, pendiente, clase de cobertura terrestre, posición topográfica y tipo de vegetación.

4.7. Tercer etapa: muestreo de la parcela

Los árboles en las fincas tienen abundancias y patrones de distribución altamente variables, que incluyen características lineales, parches de forma irregular y árboles dispersos. Esto crea dificultades para el diseño del muestreo y los enfoques anteriores a menudo han recomendado protocolos de rango específicamente adaptados a diferentes características de árbol. Sin embargo, las dificultades asociadas con el estudio de dicha variabilidad pudieron superarse utilizando parcelas relativamente grandes (por ejemplo, 1 hectárea circular). Esto permitió tratar en campo características de árboles a pequeña escala, como cercas vivas, árboles delimitadores, árboles dispersos y pequeños fragmentos de bosque, como parte integral de las tierras de cultivo o pastizales que se están estudiando.

4.7.1 Inspección de la parcela

Trabajando en el sentido de las agujas del reloj desde el norte, **se muestrearon todos los árboles dentro de la parcela circular con un DAP ≥ 10 cm** (marcando los primeros árboles para evitar la doble contabilización).

4.7.2 Árboles muestreados dentro de las parcelas circulares.

Para todos los árboles dentro de la parcela circular se registró el nombre común de la especie, con la ayuda de un guía local, y también se tomaron las variables dasométricas por árbol: circunferencia de altura al pecho (CAP) mayor a 31.4 cm, es decir ≥ 10 cm de diámetro de altura al pecho (DAP). El CAP se midió a 1.3 m desde la base a lo largo del tronco utilizando una cinta métrica (de costurero).

También se registraron otras variables como ser la altura comercial y altura total: utilizando para este proceso herramientas como ser una estadia graduada en metros para obtener el dato de la altura comercial y el instrumento de medición forestal “*Nikon Forestry Pro*®” (hipsómetro láser) se utilizó para la obtención de la altura total, realizando la toma del dato

a 12 metros del árbol en medición formando un triángulo entre la base del árbol, copa del árbol y el hipsómetro laser.

Para todos los árboles, también se registraron los datos adicionales:

- Origen (regeneración natural o natural)
- Presencia de trepadoras (si o no)
- Tipo de árbol (por ejemplo: árbol de sombra, maderable, leña, frutal)
- Ubicación en la finca (por ejemplo: cerca viva, árbol en lindero, árbol de sombra)
- Manejo (podado, cosecha de tallos)
- Poda (entero, poda leve, poda media y poda severa)
- Estado (sano, enfermo o quebrado)

4.8. Cuarta etapa: identificación de las especies de árboles presentes en las fincas

Se elaboró un listado de todas las especies de árboles encontradas durante el muestreo con su respectivo nombre común que permitiera la identificación con la ayuda de expertos botánicos y guías de identificación de árboles.

Se identificaron con su nombre común y nombre científico los arboles presentes tanto en sistemas agroforestales como en pasturas.

4.9. Quinta etapa: determinación del volumen, biomasa y carbono de los árboles

La determinación de estos valores comprendió una parte del estudio posterior al levantamiento de datos en campo, donde se realizó la tabulación de todos estos, haciendo uso de la hoja de cálculo de Excel® 2019, en una etapa de características de oficina.

4.9.1. Determinación del volumen de los arboles

La metodología utilizada para determinar el volumen de los arboles muestreados fue la utilizada por Medina (2010). Partiendo de que las variables dasométricas que se tomaron en campo para los árboles fueron DAP (diámetro altura al pecho) y altura (H), se utilizó la fórmula del cilindro para calcular el volumen (V) de los árboles muestreados.

$$\text{Volumen} = \pi * r^2 * H$$

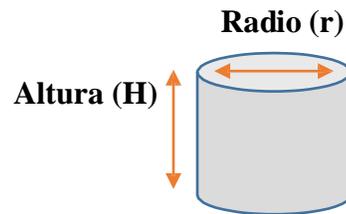


Figura 5. Esquema de la fórmula del cilindro

Una vez obtenido el volumen del cilindro, este se multiplica por el factor de forma del árbol (FF) para obtener el volumen total del árbol (Figura 6).

Por lo cual se utilizó la fórmula:

$$\text{Volumen del árbol} = \text{Volumen del cilindro} * \text{FF}$$

Factor de Forma = Varía según edad del árbol (Cuadro 1)

Cuadro 1. Factor de forma según la edad del árbol (Medina 2010).

EDAD	FACTOR DE FORMA
Joven	0.3
Medio	0.6
Adulto	0.9

Se utilizaron tres valores para asignar el factor de forma según edad del árbol, aplicable para todas las especies muestreadas, para arboles con un DAP \leq a 40 cm, se le asignó un FF de 0.3, arboles con el DAP \leq a 90 se les asigno un FF de forma de 0,6 y arboles con un DAP \leq A 91 cm se les asigno un FF con valor de 0.9.

4.9.2. Biomasa

Para determinar la biomasa de los árboles, se tomó en cuenta el volumen obtenido y se determinó utilizando la fórmula:

Biomasa= Volumen del árbol* densidad aparente

La densidad aparente del árbol varía según la especie. Las especies fueron identificadas en campo con su nombre común e identificado posteriormente a través de guías de identificación de árboles y la ayuda de expertos. Debido a que la diversidad de especies de árboles muestreadas fue alta, se usó el valor: 0.6 g / cm³ como un valor aproximado de densidad aparente para obtener las estimaciones de biomasa de todas las especies (FAO,sf).

4.9.3. Carbono

Para determinar el carbono se utilizó la fórmula:

Carbono= Biomasa/2

Biomasa/2: Relación que existe entre la biomasa y carbono: del 100% de biomasa en un árbol, el 50% equivale a carbono fijado) (IPCC 2003).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Fincas muestreadas

Durante el estudio se muestreó un total de cincuenta y seis (56) fincas: treinta y ocho (38) correspondientes a fincas con sistemas agroforestales y dieciocho (18) correspondientes a fincas con pasturas. A cada finca se le asignó un código para su identificación, estas fincas se encuentran ubicadas entre los municipios de **Catacamas**, **Dulce Nombre de Culmí** y **Patuca**, en el departamento de **Olancho** (Figura 7 y 8).

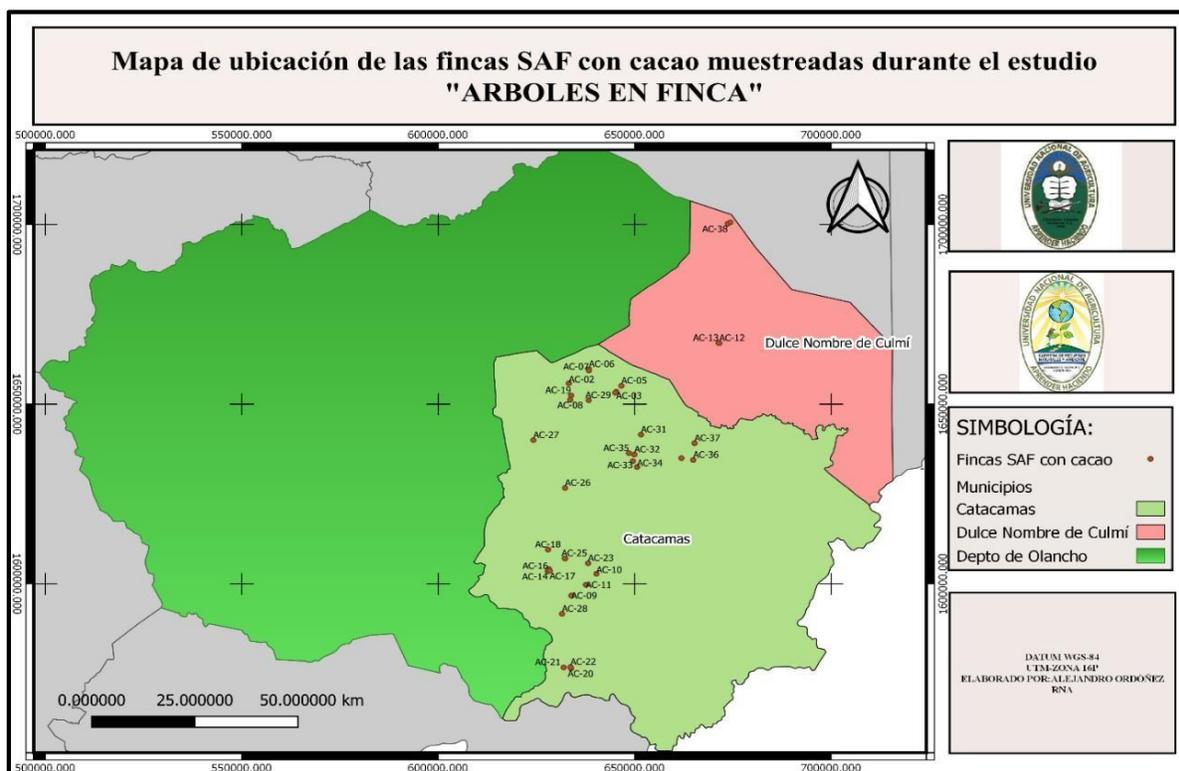


Figura 6. Ubicación de las fincas SAF cacao muestreadas en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, departamento de Olancho.

El estudio tuvo una duración de tres meses en su fase de campo. Para las fincas muestreadas con sistemas agroforestales se usó el código AC más el número de finca muestreada y para fincas muestreadas con pasturas se usó el código AP más el número de finca.

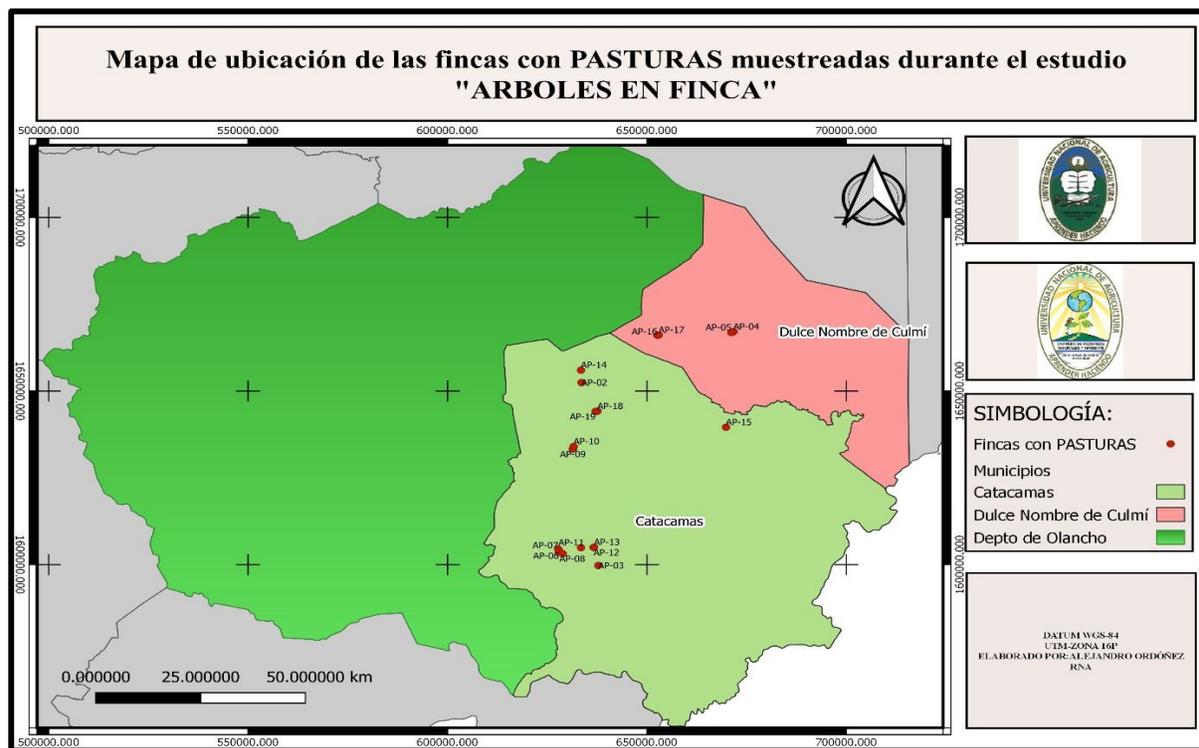


Figura 7. Ubicación de las fincas con pasturas muestreadas en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, en el departamento de Olancho.

Durante el estudio también se muestrearon cuatro (4) fincas con SAF cacao y cuatro (4) fincas con pasturas, ubicadas en la comunidad de Buenos Aires, municipio de Dulce Nombre de Culmí, colindante con el municipio de Catacamas, Olancho. La mayoría de las fincas muestreadas se encuentran ubicadas en suelo de ladera con pendientes promedio entre los 16% y 30% de pendiente y en alturas promedio de 448 msnm.

Cuadro 2. Fincas con sistemas agroforestales en el estudio en cuatro comunidades de Catacamas y en los municipios de Dulce Nombre de Culmí, en Olancho.

Fincas con SAF cacao muestreadas				
Código	Comunidad	Sector	Latitud	Longitud
AC-01	Río Tinto	Nueva Esperanza	633247	1655792
AC-02	Río Tinto	El Pataste	645306	1653472
AC-03	Río Tinto	El Pataste	645091	1653185
AC-04	Río Tinto	El Pataste	646627	1655109
AC-05	Río Tinto	Vallecito	638361	1659727
AC-06	Río Tinto	Vallecito	638346	1659361
AC-07	Río Tinto	Las Planchas	633586	1651185
AC-08	Río Blanco	Las Planchas	633899	1696700
AC-09	Río Blanco	Las Delicias	640274	1602776
AC-10	Río Blanco	Lagunita	637594	1699712
AC-11	D.N. de Culmí	San José de la Montaña	671550	1666983
AC-12	D.N. de Culmí	San José de la Montaña	671383	1667012
AC-13	Poncaya	Zapote Verde	627891	1603454
AC-14	Poncaya	Zapote Verde	628168	1604092
AC-15	Poncaya	Zapote Verde	627977	1603876
AC-16	Poncaya	Zapote Verde	628357	1603630
AC-17	Poncaya	Zapote Verde	627945	1609496
AC-18	Río Tinto	El Naranjo	633817	1652440
AC-19	Patuca	Cuyamelito	633797	1652422
AC-20	Patuca	Cuyamelito	631933	1676702
AC-21	Patuca	Cuyamelito	633674	1676826
AC-22	Río Blanco	Campamento viejo	638159	1605711
AC-23	Río Blanco	Las Flores	632318	1607005
AC-24	Río Blanco	Las Flores	632205	1607067
AC-25	Río Blanco	La Esperanza	632276	1626662
AC-26	Río Tinto	Los Indios	624219	1639974
AC-27	Río Tinto	Los Indios	631507	1691610
AC-28	Cuyamel	Perlas Arriba	638295	1651079
AC-29	Cuyamel	Perlas Arriba	661910	1634970
AC-30	Cuyamel	La Florida	651607	1641514
AC-31	Cuyamel	La Unión De Las Cabas	649932	1635965
AC-32	Cuyamel	La Unión	649559	1634129
AC-33	Cuyamel	Las Flores	650619	1632491
AC-34	Cuyamel	Las Cabas	648567	1636343
AC-35	Cuyamel	San Antonio de Capapan	664905	1634455
AC-36	Cuyamel	San Antonio de Capapan	665242	1639119
AC-37	D.N. de Culmí	Buenos Aires Paulaya	673715	1700234
AC-38	D.N. de Culmí	Buenos Aires Paulaya	674336	1700597

Cuadro 3. Fincas con pasturas muestreadas durante el estudio en cuatro comunidades de Catacamas y Dulce Nombre de Culmí en el departamento de Olancho.

Fincas con Pasturas muestreadas				
Código	Comunidad	Sector	Latitud	Longitud
AP-01	Río Tinto	El Naranjo	633595	1652434
AP-02	Río Blanco	La Lagunita	637800	1699735
AP-03	D.N de Culmí	San José de la Montaña	617707	1667079
AP-04	D.N de Culmí	San José de la Montaña	611171	1666829
AP-05	Poncaya	Zapote verde	627930	1603645
AP-06	Poncaya	Zapote verde	627769	1604474
AP-07	Poncaya	Zapote verde	628873	1603164
AP-08	Catacamas	El Culebrero	631425	1633273
AP-09	Catacamas	El Culebrero	631620	1634024
AP-10	Río Blanco	Las Marías	633444	1604877
AP-11	Río Blanco	Las Marías	636627	1604950
AP-12	Río Blanco	Las Marías	636755	1605027
AP-13	Río Tinto	Nueva Esperanza	633450	1656001
AP-14	Cuyamel	San Antonio de Capapan	669819	1639546
AP-15	D.N. de Culmí	Juajiquire	652644	1666046
AP-16	D.N. de Culmí	Juajiquire	652943	1666137
AP-17	Río Tinto	El Corozo	637591	1644197
AP-18	Río Tinto	El Corozo	637124	1644111

Medina (2010) llevo a cabo un estudio similar, donde muestreo usando parcelas circulares un total de 63 fincas, de las cuales 56 fueron de sistemas agroforestales y 7 de sistemas silvopastoriles. Se evaluaron únicamente 7 fincas con sistemas silvopastoriles por que no todas contaban con árboles maderables, debido a la presencia de algunas plagas como el zompopo y la *Hypsipyla grandella* que afectaron algunas de las plantaciones, este estudio se desarrollo en Cuyamel, municipio de Catacamas, Olancho, mientras que durante el estudio “arboles en finca” no se pudo muestrear el número de fincas planteadas al inicio, debido al difícil acceso a las comunidades donde se encontraban las fincas

Mientras Corea y Canolly (2007) desarrollaron un estudio para estimar la biomasa y carbono arbóreo en seis sistemas diferentes en cuatro comunidades de Nicaragua, uno de los sitios

muestreado fueron los sistemas agroforestales, donde se utilizó parcelas circulares de 1000 m², con 17.84 m de radio. Dentro del estudio se identificaron las especies presentes dentro de las parcelas, así como la medición de las variables dasométricas de cada árbol muestreado, estas actividades coinciden con los objetivos planteados durante el muestreo de las fincas en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí en Olancho

5.2. Especies de árboles identificadas durante el estudio

Durante el estudio “Árboles en finca” se muestrearon las variables dasométricas de 3220 árboles en 38 fincas con sistemas SAF Cacao y 377 árboles en 18 fincas con Pasturas, un total de 3597 a nivel de estudio, de los cuales se logró identificar un total de 90 especies de árboles presentes en las fincas con SAF, mientras que en las fincas con Pasturas se logró identificar 43 especies de árboles. Estas especies de árboles están distribuidas como de origen de regeneración natural y especies plantadas, dentro de las fincas muestreadas, tanto como de SAF Cacao y Pasturas.

Dentro de las especies que se logró identificar, se encuentran especies de árboles maderables, árboles frutales y árboles para sombra, ya sean para sombra del cacao en fincas SAF o sombra para el ganado en fincas con Pasturas, pero en menor cantidad.

Las principales especies arbóreas maderables identificadas en las parcelas de muestreo fueron, por ejemplo, Laurel blanco (*Cordia alliodora*), Laurel Negro (*Cordia Megalantha*), Caoba del Atlántico (*Swietenia macrophylla*), Caoba del Pacífico (*Swietenia humilis*), Teca Africana (*Tectona grandis*), Cedro (*Cedrela odorata*) que se utilizan como fuente de madera para consumo en la finca, el hogar y para la venta.

Entre los frutales más comúnmente plantados en las fincas se encontró: bananos, guineos y plátanos (*Musa spp*), naranja (*Citrus spp*), coco (*Cocos nucifera*), mango (*Mangifera indica*) y aguacate (*Persea americana*). Otras especies de sombra muestreadas e identificadas en las

fincas fueron: madreño (*Gliricidia sepium*), varias especies de guabas (*Inga* spp), leucaena (*Leucaena* sp) e indio desnudo (*Bursera simaruba*).

Algunas de estas especies también fueron identificadas por Contreras (sf) en cacaotales, cafetales, granos básicos y pasturas en fincas de Nicaragua, siendo las principales: *Cordia alliodora*, *Cedrela odorata*, *Inga Oestadiana*, *Guazuma ulmifolia*, *Tabebuia rosea*, *Mangifera indica*, *Citrus sinensis* y *Persea americana*, especies que en su conjunto presentaban diversas utilidades (madera, leña, poste, frutas).

5.2.1. Especies identificadas en fincas con sistemas SAF Cacao

En las 38 fincas muestreadas con SAF Cacao en las comunidades de Río Tinto, Río Blanco, Poncaya y Cuyamel en Catacamas Olancho, así como en las fincas muestreadas en el municipio de Dulce Nombre de Culmí se logró identificar un total de 90 especies presentes dentro del estudio realizado.

Estas especies están distribuidas entre especies de uso maderable, frutales y sobre todo para sombra de las plantaciones de cacao, se encontraron especies de regeneración natural, así como especies que han sido plantadas por los productores para su aprovechamiento dentro de las fincas.

Cuadro 4. Especies de árboles identificadas y muestreadas en fincas con SAF Cacao durante el estudio “Arboles en finca” en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, departamento de Olancho.

Especies de árboles identificadas dentro de las parcelas SAF Cacao

No.	Nombre común	Nombre científico	No.	Nombre común	Nombre científico
1	Acacia	<i>Acacia</i> sp.	21	Cedrillo	<i>Brunelliasp.</i>
2	Aceituno	<i>Simarouba glauca</i>	22	Cedro	<i>Cedrelaodorata</i>
3	Aguacatillo	<i>Ocoteasp.</i>	23	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
4	Almendra	<i>Andirainermis</i>	24	Chaperno	<i>Lonchocarpusspp.</i>
5	Anona	<i>Anona cherimola</i>	25	Chupamiel	<i>Combretumfruticosum</i>
6	Anonillo	<i>Anona</i> sp.	26	Ciruelo de monte	<i>Spondias purpurea</i> <i>Tabernaemontanadonnell-smithii</i>
7	Barba de jolote	<i>Cojobaarboreum</i>	27	Cojón de burro	<i>Cespedesiamacrophylla</i>
8	Bombón	<i>Cochlospermumvitifolium</i>	28	Cola de pavo	<i>Acalyphafirmula</i>
9	Caulote	<i>Guazumaulmifolia</i>	30	Cortez	<i>Tabebuiasp.</i>
10	Caimito	<i>Pouteria caimito</i>	31	Encino	<i>Quercus</i> spp.
11	Candelillonegro	<i>Albiziaadinocephala</i>	32	Espino	<i>Acacia farnesiana</i>
12	Caoba africana	<i>Khayasenegalensis</i>	33	Huesito/esquia	<i>Macrohasseltiamacroterantha</i>
13	Caoba de pacífico	<i>Swieteniahumilis</i>	34	Flor azul	<i>Vitexgaumeri</i>
14	Caoba del atlántico	<i>Swieteniamacrophylla</i>	35	Guama blanca	<i>Inga</i> sp.
15	Capulín	<i>Trema micrantha</i>	36	Guama o guanijiquil	<i>Inga</i> sp.
16	Capulín blanco	<i>Trichospermummexicanum</i>	37	Granadillo blanco	<i>Dalbergiasp.</i>
17	Carao	<i>Cassiagrandis</i>	38	Granadillo negro	<i>Dalbergiasp.</i>
18	Carbón	<i>Mimosa</i> sp.	39	Gualiqueme	<i>Hymeneacourbaril</i>
19	Carreto real	<i>Albiziaguachapele</i>	40	Zapotillo	<i>Pouteriasp.</i>
20	Caulote	<i>Guasumaulmifolia</i>			

41	Zapote	<i>Pouteriasapota</i>	68	Másica	<i>Brosimummalicastrum</i>
42	Zorra	<i>Jacaranda copaia</i>	69	Matapalo	<i>Ficus</i> sp.
43	Guaba negra	<i>Inga</i> spp.	70	Namajague	<i>Eliocarpusappendiculaus</i>
44	Guanábana	<i>Annonamuricata</i>	71	Nance	<i>Byrsonimacrassifolia</i>
45	Guanacaste	<i>Enterolobiumcyclocarpum</i>	72	Naranja	<i>Citrus</i> sp.
46	Guapinol	<i>Hymeneacourbaril</i>	73	Paleta	<i>Dialiumguianensis</i>
47	Guarumo	<i>Cecropiapeltata</i>	74	Tambor	<i>Schizolobiumparahyba</i>
48	Guayaba	<i>Psidiumguajava</i>	75	Palo blanco	<i>Albiziaadinocephala</i>

49	Guayabillo	<i>Terminalia oblonga</i>
50	Higuero	<i>Ficus carica</i>

76	Palo de agua	<i>Dendropanax arboreus</i>
77	Palo de hule	<i>Ficus elástica</i>

51	Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>	78	Papaya	<i>Carica papaya</i>
52	Jagua	<i>Genipa americana</i>	79	Paterna	<i>Inga paterna</i>
53	Jícara	<i>Crescentiacujete</i>	80	Pimienta	<i>Pimenta dioica</i>
54	Jobo	<i>Spondiasmombin</i>	81	Pino ocote	<i>Pinusoocarpa</i>
55	Laurel	<i>Cordiaalliodora</i>	82	Piñón	<i>Jatropha curca</i>
56	Laurel negro	<i>Cordiamegalantha</i>	83	Quebracho	<i>Lysilomaspp.</i>
57	Laurel blanco	<i>Cordiaalliodora</i>	84	Quina	<i>Picramniaantidesma</i>
58	Leucaena	<i>Leucaenaspp.</i>	85	Roble	<i>Quercus spp.</i>
59	Limón	<i>Citrus limon</i>	86	Sombre de ternero	<i>Cordia bicolor</i>
60	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	87	Palmera	<i>Schizolobiumparahyba</i>
61	Madreado	<i>Gliricidiasepium</i>	88	Tambor	<i>Perymenium grande</i>
62	Majao	<i>Eliocarpusappendiculaus</i>	89	Tatascán	<i>Tectonagrandis</i>
63	Mango	<i>Manguijera indica</i>	90	Uva	<i>Parathesispp.</i>
64	Mano de león	<i>Didymopanaxmorotoni</i>			
65	Manzanita	<i>Syzyguim jambos</i>			
66	Marañón	<i>Anacardiumoccidenntale</i>			
67	María	<i>Calophyllum brasiliense</i>			

Zelaya (2010) muestreo en fincas de Matiguás y Muy Muy, departamento Matagalpa, Nicaragua, la cantidad 1567 árboles totales encontrando 46 especies diferentes en la zona. en este estudio se utilizaron seis usos de suelo distintos dentro de las fincas seleccionadas a diferencia del presente estudio donde se utilizaron dos tipos de uso de suelo dentro de las fincas: SAF y pasturas

5.2.2. Especies identificadas en fincas con Pasturas

Dentro de las 18 fincas con Pasturas muestreadas durante el estudio “Arboles en finca” se logró identificar un total de 43 especies de árboles. Estas especies están distribuidas en las comunidades de Río Tinto, Río Blanco, Poncaya y Cuyamel en Catacamas, Olancho, así como en las fincas muestreadas en Dulce Nombre de Culmí.

Cuadro 5. Especies de árboles identificadas y muestreadas en fincas con Pasturas durante el estudio “Arboles en finca” en Catacamas y Dulce Nombre de Culmí, departamento de Olancho.

Especies identificadas dentro de las parcelas con PASTURAS					
No.	Nombre común	Nombre científico	No.	Nombre común	Nombre científico
1	Aceituno	<i>Simarouba glauca</i>	23	Gualiqueme	<i>Erythrinaberteroana</i>
2	Aguacate	<i>Persea americana</i>	24	Guama blanca	<i>Inga spp.</i>
3	Aguacatillo	<i>Ocoteasp.</i>	25	Guama guanijiquil	<i>Inga spp.</i>
4	Almendra	<i>Andirainermis</i>	26	Guanacaste	<i>Enterolobiumcyclocarpum</i>
5	Bombón	<i>Cochlospermumvitifolium</i>	27	Guapinol	<i>Hymeneacourbaril</i>
6	Candelillonegro	<i>Albiziaadinocephala</i>	28	Guarumo	<i>Cecropiapeltata</i>
7	Caoba del atlántico	<i>Swieteniahumilis</i>	29	Guayaba	<i>Psidiumguajava</i>
8	Capulín	<i>Trema micrantha</i>	30	Higuero	<i>Ficus carica</i>
9	Capulín blanco	<i>Trichospermummexicanum</i>	31	Indio Desnudo	<i>Bursera simaruba</i>
10	Carao	<i>Casia grandis</i>	32	Jagua	<i>Genipa americana</i>
11	Carbón	<i>Mimosa sp.</i>	33	Jicaro	<i>Crescentiacujete</i>
12	Carreto real	<i>Albiziaguachapele</i>	34	Jobo	<i>Spondiasmombin</i>
13	Caulote	<i>Guazumaulmifolia</i>	35	Laurel blanco	<i>Cordiaalliodora</i>
14	Cedro	<i>Cedrelaodorata</i>	36	Laurel negro	<i>Cordiamegalantha</i>
15	Chaperno	<i>Lonchocarpusspp.</i>	37	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>
16	Ciruelo	<i>Spondias purpurea</i>	38	Madreado	<i>Gliricidiasepium</i>
17	Cojón de burro	<i>Tabernaemontanadonnell-smithii</i>	39	Nance	<i>Byrsonimacrassifolia</i>
18	Cordoncillo	<i>Acalyphafirmula</i>	40	Pino	<i>Pinusoocarpa</i>
19	Cortez	<i>Tabebuiasp.</i>	41	Roble	<i>Quercus spp.</i>
20	Encino	<i>Quercus spp.</i>	42	Sombra de ternero	<i>Cordia bicolor</i>
21	Granadillo amarillo	<i>Dalbergiasp.</i>	43	Tatascan	<i>Perymenium grande</i>
22	Granadillo rojo	<i>Dalbergiasp.</i>			

Carreño (2015) desarrollo en poteros de Cañas, Costa Rica, un estudio sobre arboles dispersos en fincas, donde se estimó la riqueza de árboles en fincas con pasturas, muestreo 5896 árboles (dap >10 cm), pertenecientes a 39 familias y 99 especies, siendo las principales encontradas: roble (*Tabebuia rosea*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*), laurel (*Cordia alliodora* coyol (*Acrocomia vinifera*), nance (*Byrsonima crassifolia*) y corteza amarilla (*Tabebuia ochracea*).

Mientras que Sánchez (2006) realizó una caracterización en 27 fincas con pasturas, un total de 82 ha de potreros con árboles dispersos, 66 cercas vivas de 100 m lineales que corresponden a 6,6 km lineales, 15,5 ha de bosque de pino con pastoreo, 2,5 ha de bosque de pino sin pastoreo y 1,0 ha de bosque de roble sin pastoreo como referencia de bosques naturales, donde se inventariaron un total de 9.161 árboles (dap >10 cm), en tres SSP (cercas vivas, árboles dispersos y bosque de pino bajo pastoreo) encontrándose 182 especies de árboles, cabe destacar que en este estudio se usó una metodología distinta a las parcelas circulares para la identificación de las especies arbóreas. **Los resultados de ambos estudios son similares con el número de especies identificadas durante el estudio “árboles en finca”**

5.3. Volumen arbóreo estimado

Los datos de volumen arbóreo estimados para las parcelas fueron recolectados en campo en un radio de 39.9 metros (0.5 ha circular) para fincas SAF Cacao y en un radio de 56.4 metros de radio (1 ha circular) para Pasturas, dentro de cada parcela el número de árboles y edades fue variante.

5.3.1. Volumen arbóreo en fincas SAF Cacao

En la siguiente tabla se detalla los valores estimados de volumen arbóreo en m³ para las 38 parcelas SAF cacao muestreadas durante el estudio y el número de árboles muestreados dentro del rango establecido en cada parcela. Cada parcela AC tuvo un radio de muestreo de 39.9 m (media hectárea).

Tabla 1. Volumen de los árboles estimado en cada una de las fincas AC muestreadas.

Código Parcela	Árboles muestreados	Área de muestreo	volumen arbóreo (m³)
AC-01	67	39.9 metros de r (1/2 ha)	6.79
AC-02	155		9.53
AC-03	110		9.68
AC-04	51		10.40
AC-05	73		128.49
AC-06	92		61.50
AC-07	73		13.37
AC-08	35		4.32
AC-09	105		25.84
AC-10	113		12.82
AC-11	55		2.90
AC-12	50		9.13
AC-13	48		5.59
AC-14	75		3.53
AC-15	59		8.12
AC-16	155		11.68
AC-17	57		1.61
AC-18	31		108.72
AC-19	62		11.99
AC-20	79		22.34
AC-21	49		14.89
AC-22	263	24.10	
AC-23	85	21.00	
AC-24	93	57.92	
AC-25	144	58.75	
AC-26	69	12.04	
AC-27	65	26.58	
AC-28	85	17.07	
AC-29	89	35.93	
AC-30	50	39.9 metros de r (1/2 ha)	12.45
AC-31	119		51.66
AC-32	87		9.45
AC-33	85		9.04
AC-34	110		47.97
AC-35	58		38.19
AC-36	89		16.36
AC-37	57		25.67
AC-38	63		2.69

Dentro de cada parcela muestreada se recolectaron valores de árboles de diferentes edades, la tabla representa los valores estimados en m³ en un radio de 39.9 metros dentro de las

parcelas SAF Cacao, el número de árboles muestreados vario dentro de cada una de las parcelas.

5.3.2. Volumen arbóreo estimado en fincas con Pasturas

Se estimó el volumen arbóreo de 18 fincas con pasturas muestreadas durante el estudio, dentro de cada una de las parcelas el número y tamaño de los árboles fue variante, cada parcela tuvo un radio de 56.4 metros de radio (1 ha circular).

Tabla 2. Volumen de los árboles estimado en cada una de las fincas AP muestreadas.

No.	Código Parcela	Arboles muestreados	Área de muestreo	volumen de árboles (m ³)
1	AP-01	60	56.4 metros de r (1 ha)	6.20
2	AP-02	13		1.50
3	AP-03	10		1.61
4	AP-04	10		2.61
5	AP-05	7		0.19
6	AP-06	15		1.46
7	AP-07	17		1.06
8	AP-08	0		
9	AP-09	0		
10	AP-10	8		0.32
11	AP-11	8		0.84
12	AP-12	12		0.75
13	AP-13	25		5.60
14	AP-14	25		1.60
15	AP-15	51		6.62
16	AP-16	35		25.92
17	AP-17	53		10.60
18	AP-18	43		10.89

En comparación a las fincas AC, el número de árboles muestreados en fincas AP fue inferior, mucho de los árboles muestreados se encontraban en cercas vivas alrededor de la pastura o de manera escaza dentro de estas.

Tabla 3. Valores promedio para fincas AC y AP dentro del estudio “Arboles en finca”.

Finca	Área de muestreo	Promedio de árboles por parcela muestreada	Promedio de volumen (m³)
AC	39.9 metros de r (1/2 ha)	84	25.00
AP	56.4 metros de r (1 ha)	22	4.55

A pesar de ser mayor el área de muestreo para pasturas AP el promedio de árboles es menor en las 18 parcelas muestreadas, en comparación al promedio de árboles muestreados en las parcelas AC.

5.4. Biomasa y carbono arbóreo estimado

Se estimaron las cantidades en toneladas de biomasa presentes en cada una de las parcelas muestreadas, tanto en las 38 parcelas SAF Cacao como en las 18 parcelas con Pasturas dentro de su respectiva área de muestreo asignado para cada una. Los resultados presentados son en base a la biomasa arbórea presente en un radio de 39.9 metros para parcelas SAF Cacao y un radio de 56.4 para sistemas con Pasturas

5.4.1. Biomasa en parcelas con SAF cacao

Se estimo la biomasa presente en parcelas circulares de un radio de 39.9 m para fincas con SAF Cacao, las cantidades de biomasa fueron estimados en valores de toneladas, en la tabla formulada se muestran las variaciones de cada parcela en la cantidad de árboles muestreados y las cantidades de biomasa estimadas.

Tabla 4. Toneladas de biomasa estimadas en un radio de 39.9 metros de radio para cada una de las fincas SAF Cacao muestreadas.

Código Parcela	Arboles muestreados	Área de muestreo	biomasa arbórea (t)
AC-01	67	39.9 metros de r (1/2 ha)	4.07
AC-02	155		5.71
AC-03	110		5.81
AC-04	51		6.24
AC-05	73		77.09
AC-06	92		36.90
AC-07	73		8.02
AC-08	35		2.59
AC-09	105		15.50
AC-10	113		7.69
AC-11	55		1.74
AC-12	50		5.48
AC-13	48		3.35
AC-14	75		2.12
AC-15	59		4.87
AC-16	155		7.01
AC-17	57		0.96
AC-18	31		65.23
AC-19	62		7.19
AC-20	79		13.40
AC-21	49		8.93
AC-22	263		14.46
AC-23	85		12.60
AC-24	93		34.75
AC-25	144		35.25
AC-26	69		7.22
AC-27	65		15.95
AC-28	85		10.24
AC-29	89		21.56
AC-30	50		7.47
AC-31	119		30.99
AC-32	87		5.67
AC-33	85		5.42
AC-34	110		28.78
AC-35	58		22.91
AC-36	89		9.82

AC-37	57		15.40
AC-38	63		1.61

5.4.2. Biomasa arbórea en parcelas con Pasturas

A diferencia de las fincas SAF cacao, en las fincas con Pasturas, se estimó la cantidad de biomasa presente en toneladas dentro de un radio de 56.4 m de radio, se calculó la biomasa presente para 18 parcelas con Pasturas dentro del estudio “Arboles en finca” del CATIE.

Tabla 5. Biomasa arbórea presente en toneladas en parcelas de 56.4 m de radio dentro de las fincas con Pasturas

Código Parcela	Arboles muestreados	Área de muestreo	biomasa arbórea (t)
AP-01	60	56.4 metros de r (1 ha)	3.72
AP-02	13		0.90
AP-03	10		0.96
AP-04	10		1.56
AP-05	7		0.11
AP-06	15		0.87
AP-07	17		0.64
AP-08	0		
AP-09	0		
AP-10	8		0.19
AP-11	8		0.50
AP-12	12		0.45
AP-13	25		3.36
AP-14	25		0.96
AP-15	51		3.97
AP-16	35		15.55
AP-17	53		6.36
AP-18	43		6.53

Tanto en la parcela AP-08 y AP 09, sus resultados se deben a que no cayo ningún árbol dentro del área de muestreo según los criterios establecidos en la metodología, las demás parcelas contaban con árboles distribuidos en linderos, cercas vivas y arboles de sombra para el ganado, que son las zonas donde se concentra la biomasa arbórea dentro de cada parcela. A pesar de que el área de muestreo en fincas con Pasturas era mayor en comparación al área de muestreo de fincas SAF cacao, las toneladas promedio de biomasa arbórea tuvieron mayores

resultados en fincas SAF cacao, sobre todo por el uso de estas, donde se promueve la implementación de árboles dentro de la finca.

Tabla 6. Valores promedio de biomasa arbórea en toneladas por sistema

Finca	Área de muestreo	Promedio de árboles por parcela muestreada	Biomasa arbórea promedio por sistema (t)
AP	56.4 metros de r (1/2 ha)	22	2.59
AC	39.9 metros de r (1/2 ha)	84	15.00

Patiño *et al* (2018) estimaron la biomasa arbórea estableciendo en la Universidad del Tolima en Colombia, 11 parcelas de muestreo temporal (PMT) de 600 y 800 m² de para medir las variables dasométricas de los arboles empleando modelos alométricos alternativamente con factores de expansión de biomasa. La biomasa arbórea se estimó con un modelo general recomendado por el IPCC. Las parcelas muestreadas de entre 5 y 25 años almacenaron entre 18,6 y 64,4 Mg C ha⁻¹; mientras que los SAF capturaron 85 Mg C ha⁻¹.

Mientras Andrade y Sandoval (2016) encontraron una biomasa total de 122 y 72,5 Mg ha⁻¹ para SAF que incluyen especies maderables con frutales y SAF con solo frutales, respectivamente, en el departamento del Tolima, Los resultados de ambas investigaciones son similares a lo encontrado durante el estudio, a pesar de que usaron parcelas establecidas en m² y plantaciones homogéneas en su edad, contrario al presente estudio donde se establecieron parcelas circulares y se encontró que las especies dentro de las fincas tenían arboles de diferentes edades.

5.4.3. Carbono

Los resultados de estimación de carbono tanto para parcelas SAF Cacao como en Pasturas se obtuvieron a partir de la relación existente entre biomasa y carbono, donde se dividió la biomasa entre 2, para obtener los cálculos de carbono presente (IPCC 2003).

Tabla 7. Valores de carbono estimados para parcelas SAF Cacao.

Código de la parcela	árboles muestreados	Área de muestreo	biomasa arbórea (t)	carbono de los árboles (t)
AC-01	67	39.9 metros de r (1/2 ha)	4.07	2.03
AC-02	155		5.71	2.85
AC-03	110		5.81	2.90
AC-04	51		6.24	3.12
AC-05	73		77.09	38.54
AC-06	92		36.90	18.45
AC-07	73		8.02	4.01
AC-08	35		2.59	1.29
AC-09	105		15.50	7.75
AC-10	113		7.69	3.84
AC-11	55		1.74	0.87
AC-12	50		5.48	2.74
AC-13	48		3.35	1.67
AC-14	75		2.12	1.06
AC-15	59		4.87	2.43
AC-16	155		7.01	3.50
AC-17	57		0.96	0.48
AC-18	31		65.23	32.61
AC-19	62		7.19	3.59
AC-20	79		13.40	6.70
AC-21	49		8.93	4.46
AC-22	263		14.46	7.23
AC-23	85		12.60	6.30
AC-24	93		34.75	17.37
AC-25	144		35.25	17.62
AC-26	69		7.22	3.61
AC-27	65		15.95	7.97
AC-28	85		10.24	5.12
AC-29	89		21.56	10.78
AC-30	50		7.47	3.73
AC-31	119		30.99	15.49
AC-32	87		5.67	2.83
AC-33	85		5.42	2.71
AC-34	110		28.78	14.39
AC-35	58		22.91	11.45
AC-36	89		9.82	4.91
AC-37	57		15.40	7.70
AC-38	63		1.61	0.80

Tabla 8. Carbono estimado en un radio de 56.4 m para cada una de las parcelas con Pasturas muestreadas.

Código Parcela	Arboles muestreados	Área de muestreo	biomasa arbórea (t)	carbono arbóreo (t)
AP-01	60	56.4 metros de r (1 ha)	3.72	1.86
AP-02	13		0.90	0.45
AP-03	10		0.96	0.48
AP-04	10		1.56	0.78
AP-05	7		0.11	0.05
AP-06	15		0.87	0.44
AP-07	17		0.64	0.32
AP-08	0			
AP-09	0			
AP-10	8		0.19	0.09
AP-11	8		0.50	0.25
AP-12	12		0.45	0.22
AP-13	25		3.36	1.68
AP-14	25		0.96	0.48
AP-15	51		3.97	1.98
AP-16	35		15.55	7.77
AP-17	53		6.36	3.18
AP-18	43		6.53	3.26

Con respecto al contenido de carbono acumulado en los dos diferentes sistemas y en las especies muestreadas, las parcelas SAF Cacao presenta mejores resultados en cuanto a biomasa y carbono arbóreo estimado en cada una de las parcelas, mientras que las fincas con Pasturas se presentan los resultados más bajos de captura de carbono, probablemente por la poca cantidad de árboles presentes en estas, debido a su uso orientado a la ganadería.

Somarriva et al. (2013) encontraron que en la mayoría de los casos, las especies maderables utilizadas como sombra capturan mayor cantidad de carbono que otro tipo de especies de sombra, por lo que para la zona de estudio sería conveniente investigar más arduamente para asesorar de manera acertada las especies de árboles que pueden ser plantadas por los dueños de fincas

Patiño *et al* (2018) encontraron en un estudio sobre captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia que los SAF capturaron 85 Mg C ha⁻¹ (10-15 años). La tasa de fijación de carbono promedio fue de 1,4 y 4,9 Mg C ha⁻¹ año⁻¹ para las PF y los SAF, respectivamente. Los resultados demuestran la importancia de estos sistemas como mitigadores del cambio climático y enfatiza las ventajas de involucrar SAF con leñosas perennes como sumidero de gran cantidad de carbono permitiendo a su vez, la producción agropecuaria, estos resultados son similares a los encontrados durante el estudio en las fincas de Catacamas y Dulce Nombre de C ulmí.

VI. CONCLUSIONES

La mayoría de fincas muestreadas durante el estudio, tanto en sistemas agroforestales, como en pasturas se encuentran en suelos de ladera, con rangos entre los 18 y 30% de pendiente y de difícil acceso, esto genero que el equipo de trabajo no pudiese muestrear todas las fincas con sistema agroforestal seleccionadas al azar al inicio del estudio.

El uso de parcelas circulares para fincas con pasturas no fue compatible con lo existente en campo, ya que se observo que la mayoría de arboles en las fincas se encuentran en linderos o cercas vivas y al ubicarse la parcela circular en el centro de esta, la mayoría de estos árboles quedaban fuera del radio de muestreo.

Se identifico un mayor número de especies de árboles maderables, frutales y de sombra en sistemas agroforestales en comparación a las pasturas, esto se debe a las características de uso de cada una de estas, particularmente en los sistemas agroforestales, donde comprende la relación entre diferentes especies arbóreas y el cacao.

Se observo mayor cantidad promedio de biomasa arbórea y carbono arbóreo por finca en el sistema agroforestal, esto se debe a las características de uso del sistema, donde se promueve un mayor implementación de arboles dentro del sistema en asocio con especies de características de uso agrícola (cacao).

VII. RECOMENDACIONES

- a. A la academia e instituciones con presencia en la zona del estudio, brindar acompañamiento y asesoría técnica a los dueños de fincas para promover la

implementación y diversificación de árboles dentro de las fincas que contribuyan a la captura de biomasa y carbono arbóreo.

- b. Implementar programas que incentive a los dueños de fincas con SAF y Pasturas dar un aprovechamiento forestal sostenible a los árboles dentro de sus fincas y así mismo, esta manera generar ingresos extras a los dueños de estas.

- c. Llevar a cabo estudios enfocados en proyecciones de madera a diferentes años, que permita conocer el potencial de las fincas para un aprovechamiento de las especies maderables ya sea en finca con SAF o en fincas con Pasturas.

- d. Dar seguimiento a las fincas con pasturas donde se han plantado árboles, para asegurar que estas iniciativas tengan éxito, ya que se presencié en campo que al no darle seguimiento mucho árbol se pierde, ya sea afectado por el ganado o falta de mantenimiento.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Aguilar Medina, JD. 2010. Determinación del carbono acumulado y volumen de la biomasa arbórea en sistemas agroforestales y silvopastoriles en Cuyamel, Olancho, Honduras Tesis Lic. RR.NN. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas, Honduras. C.A. 67 p.

Alberto, D. y Elvir, J. (2005). Acumulación y fijación de carbono en biomasa aérea de *Pinus oocarpa* en bosques naturales de Cabañas, La Paz. 1-12.

Amores Contreras, F. SF. Contribución de los árboles en finca a los medios de vida de familias rurales en dos sitios contrastantes de Nicaragua. Turrialba: Costa Rica.

Carreño Rocabado, G. 2015. Árboles dispersos en fincas. Esfuerzos mínimos para estimar la riqueza de árboles en fincas. Turrialba: Costa Rica.

Castañeda, H; Céspedes, C.; Segura, M. 2017. Emisión de gases de efecto invernadero por uso de combustibles fósiles en Ibagué, Tolima (Colombia). *Corpoica CiencTecnol Agropecuaria*. 18(1):103-112.

CE (Comisión Europea). 2006. El cambio climático ¿Qué es? Introducción para jóvenes. (En línea). Luxemburgo: Oficina de Publicaciones oficiales de las Comunidades Europeas. Consultado 24 de jul. 2019. Disponible en http://www.oei.es/historico/decada/portadas/climate_change_youth_es.pdf.

CLIFOR (Programa de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Forestal). 2017. Guía práctica para el manejo y aprovechamiento forestal de cooperativas agroforestales del programa CLIFOR. ICF. Tegucigalpa MDC, Honduras.

CLIFOR (Programa de Adaptación al Cambio Climático en el Sector Forestal). 2015. Estimación de la disponibilidad de biomasa forestal para la generación de energía eléctrica en 10 zonas priorizadas. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre (ICF)- Tegucigalpa, MDC, Honduras.

CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2007. Protección, restauración y conservación de suelos forestales. Manual de obras y prácticas (En línea). 3 ed. Zapopan, Jalisco, México. 298 p. Consultado el 25 de Jul. 2019. Disponible en <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2007/07/Proteccion-restauracion-y-conservacion-de-suelos-forestales.pdf>.

- Conolly L. Corea C. 2007. Cuantificación de la captura de carbono en sistema agroforestal y forestal en seis sitios en cuatro municipios de Nicaragua. Facultad de Recursos Naturales y Ambiente, Universidad Nacional Agraria, Nicaragua.
- Dubon A. SF. Estudio de especies forestales tropicales bajo la modalidad agroforestal multiestratos con cacao. FHIA.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Honduras). SF. Sistemas Agroforestales, Seguridad Alimentaria y Cambio Climático en Centroamérica. Resumen (en línea). Consultado el 25 de Jul. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-au008s.pdf>.
- Farrel, J; M; Altieri, M. SF. Sistemas Agroforestales. Capítulo 12: 212-246 p. Consultado el 25 de Jul. 2019. Disponible en https://socla.co/wp-content/uploads/2014/sistemasagroforestales_m.a._altieri.pdf.
- Fonseca González, W. 2017. Revisión de métodos para el monitoreo de biomasa y carbono vegetal en ecosistemas forestales tropicales. Trop J Environ Sc. Vol 51(2): 91-109.
- Gerarda, D; Cordero.2012. EL CAMBIO CLIMATICO (climatechange) (En línea). Revista de ciencias y sociedad 37(2): 227-240. Consultado 24 de jul. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/870/87024179004.pdf>.
- Guerra Centeno, D.,Valdez Sandoval, C.,Orozco Acevedo, D. 2026. Guía para la identificación de especies de árboles y arbustos comunes en el agropaisaje de Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guateamala.
- IPCC (Intergovernmental Panel onClimate Change). 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land Use Change and Forestry. IGES. Kanagawa, Japón.

- López, S. 2007. Sistemas agroforestales con cedro rojo, cedro nogal, y primavera, una alternativa para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales en los Tuxtlas, Veracruz, México (en línea). Revista Chapingo 13(1): 59-66. Consultado el 25 Jul.2019.
- Marín, M.P., Andrade, H.J. y Sandoval, A.P. (2016). Fijación de carbono atmosférico en la biomasa total de sistemas de producción de cacao en el departamento del Tolima, Colombia. Revista U.D.C.A Act. & Div. Cient., 19 (2), 351-360.
- Montagnini, F, Somarriba, E, Murgueitio, E, Fassola, H, y Eibl, B (2015) Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales Turrialba, Costa Rica CATIE.
- Musálem, S. 2001. Sistemas agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. 120 p. Consultado el 25 de Jul. 2019. Disponible en <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchscfaVIII373.pdf>.
- Orozco Aguilar, L; Deheuvels, O; Villalobos Rodríguez, M, Somarriba Chávez, E. 2017. El sector cacao en Centroamérica Estado de desarrollo en el año 2007. CATIE, Turrialba: Costa Rica. Consultado el 29 de Jul. 2019. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/324417624_El_sector_cacao_en_Centroamerica_Estado_de_desarrollo_en_el_año_2007/link/5accee880f7e9b189654.
- Palomeque, E; Figueroa. 2009. Si7stemas Agroforestales (en línea). Huehuetan, Chiapas, México. 27 p. Consultado el 25 Jul. 2019. Disponible en https://www.academia.edu/7424278/Sistemas_Agroforestales.
- Patiño, S. Lanni , N. Hernán, J. Segura A. 2018. Captura de carbono en biomasa en plantaciones forestales y sistemas agroforestales en Armero-Guayabal, Tolima, Colombia. Ingeniera Forestal, Grupo de Investigación PROECUT, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia.

Ramos y Ferreira. (2000). Determinación de la cantidad y composición química de la biomasa aérea y subterránea del Pinus oocarpa (Tesis de pregrado). Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR), Honduras.

Rivas, D. 2005. Sistemas Agroforestales 1. Uach. 8 p.

Sánchez, P.E. 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

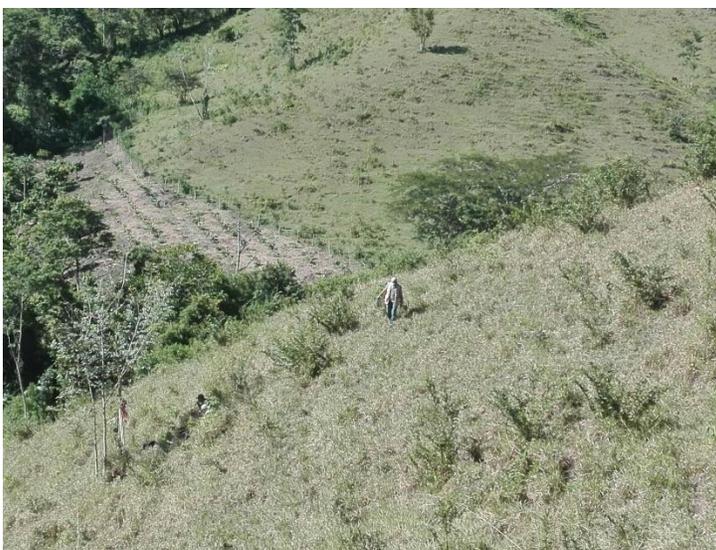
Segura, M; Kanninem, M. 2002. Inventarios para estimar carbono en ecosistemas forestales tropicales. Turrialba: CATIE.

Somarriba, E.; Villalobos, M.; Sucre, L.; López, M.; Torres, F.; Torres, A.; Rodriguez, K. 2008. El proyecto captura de carbono en mercados ambientales en cacaotales y otros sistemas agroforestales indígenas en Talamanca, Costa Rica (en línea). Foro Agroforestería en las Américas (46, Costa Rica). Consultado el 24 de Jul. 2019. Disponible en http://www.oei.es/historico/decada/portadas/climate_change_youth_es.pdf.

Villacorta, E. 2011. SF. Sistemas Agroforestales. Caldas Colombia. 1 ed.

ANEXOS

Anexo 1. Traslado del equipo de trabajo a las fincas ubicadas en cuatro comunidades de Catacamas, Olancho.



Anexo 2. Formato de campo utilizado para el muestreo de fincas con sistemas agroforestales

El estudio formo parte del proyecto **ÁRBOLES EN FINCA** del CATIE, donde también se realizó un estudio para la modelación de sombra en paralelo, debido a esto se unifico un solo formato de campo para ambos estudios.

DATOS GENERALES			
Condigo Parcela:		Ángulo Y:	
Fecha:		Topografía del terreno:	
Nombre productor (a)		Posición topográfica:	
Sector:		Área total del uso del suelo:	
Comunidad:		Área muestreo:	
Uso de suelo:		Altura de las marcas:	
Tipo de vegetación:		Año de siembra cacao/pasto:	
Latitud:		Año de siembra árboles:	
Longitud:		Fertiliza (si/no)	
Altura msnm		Cultivo anterior:	
Pendiente (°):		Fertilizaba (si/no)	
Orientación de la pendiente:		Años que se cortó el bosque?	

DATOS SUBPARCELA							
Variable	# Subparcela/datos						
Uso de suelo:	1		2		3		4
Suelo desnudo (%)	1		2		3		4
Cobertura Herbácea (%)	1		2		3		4
Cobertura Hojarasca (%)	1		2		3		4
Cobertura Rocas (%)	1		2		3		4
Erosión visible (%)	1		2		3		4
Cobertura arbórea (%) (foto)	1		2		3		4
# arbolitos de 1 a 5 cm DAP	1		2		3		4
# plantas de cacao	1		2		3		4
Materia verde campo (g)	1		2		3		4
Hojarasca campo (g)	1		2		3		4
Muestra verde fresca (g)		Muestra verde seca (g)					
Muestra hojarasca fresca (g)		Muestra Hojarasca seca (g)					

MEDIDAS PLANTAS DE CACAO					
N o.	Sub parcel a	# Árbol	Tallo		Alto total (m)
			CA30	Alto (m)	
1	1	1			
2	1	2			
3	1	3			
4	2	1			
5	2	2			
6	2	3			
7	3	1			
8	3	2			
9	3	3			
10	4	1			
11	4	2			
12	4	3			

MADERA MUERTA						
No.	Transecto 1			Transecto 2		
	Circ. (cm)	Long (m)	Nivel	Circ. (cm)	Long (m)	Nivel
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

ARBOLES CUADRANTE SHADEMOTION

#	Nombre Común	Coord.		CAP (cm)	Alto Tronco (m)	Altura Total (m)	Diámetro de copa		Oclusión Copa (%)	Forma copa*	Trepadoras		Orígenes**	Tipo***	Ubic.****	Poda***	Estado****
		X	Y				D1(m)	D2 (m)			si/no	% de copa					
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	
13																	
14																	
15																	
16																	
17																	
18																	
19																	
20																	
21																	
22																	
23																	
24																	
25																	
26																	
27																	

* E: elipsoidal; S: semielipsoidal; C: cónica; CI: cono invertido; Ci: cilíndrica; E:esfera; SE: semiesfera; SO: sombría

** P: plantado; RN: Regeneración Natural

*** M: maderable; L: leña; F: frutal; Fr: forrajera

**** S: Sombra; CV: cerca viva; LD: Lindero

***** E: entero; PL: poda leve; PM: poda media; PS: poda severa.

***** S: sano; Ef: enfermo; Q: quebrado

ARBOLES PARCELA CIRCULAR

#	Nombre Común	CAP (cm)	Alto Tronco (m)	Altura Total (m)	Trepadoras		Origen **	Tipo ***	Ubic. ****	Poda *****	Estado *****
					si/no	% de copa					
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											

Anexo 3. Formato de campo utilizado para el muestreo de fincas con pasturas en el estudio en Catacamas, Olancho (El estudio formo parte del proyecto ARBOLES EN FINCA del CATIE).

Código Parcela:		Orientación de la pendiente:	
Fecha:		Topografía del terreno:	
Nombre productor (a)		Posición topográfica:	
Sector:	DATOS GENERALES	Área total del uso del suelo:	
Comunidad:		Área muestreo:	
Uso de suelo:		Año de siembra pasto:	
Tipo de vegetación:		Año de siembra árboles:	
Latitud:		Fertiliza (si/no)	
Longitud:		Cultivo anterior:	
Altura msnm		Fertilizaba (si/no)	
Pendiente (°):		Años que se cortó el bosque?	

DATOS SUBPARCELA

Variable	# Subparcela/datos							
Uso de suelo:	1		2		3		4	
Suelo desnudo (%)	1		2		3		4	
Cobertura Herbácea (%)	1		2		3		4	
Cobertura Hojarasca (%)	1		2		3		4	
Cobertura Rocas (%)	1		2		3		4	
Erosión visible (%)	1		2		3		4	
Cobertura arbórea (%) (foto)	1		2		3		4	
# arbolitos de 1 a 5 cm DAP	1		2		3		4	
Materia verde campo (g)	1		2		3		4	
Hojarasca campo (g)	1		2		3		4	
Muestra verde fresca (g)		Muestra verde seca (g)						
Muestra hojarasca fresca (g)		Muestra Hojarasca seca (g)						

MADERA MUERTA

No.	Transecto 1			Transecto 2		
	Circ. (cm)	Long (m)	Nivel	Circ. (cm)	Long (m)	Nivel
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

ARBOLES PARCELA CIRCULAR

#	Nombre Común	CAP (cm)	Alto Tronco (m)	Altura Total (m)	Trepadoras		Origen **	Tipo ***	Ubic. ****	Poda *****	Estado *****
					si/no	% de copa					
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											

** P: plantado; RN: Regeneración Natural *** M: maderable; L: leña; F: frutal; Fr: forrajera **** S: Sombra; CV: cerca viva; LD: Lindero ***** E: entero; PL: poda leve; PM: poda media; PS: poda severa.

***** S: sano; Ef: enfermo; Q: quebrado

Anexo 4. Delimitación del radio de la parcela usando el hipsómetro digital NykonForestry Pro®.



Anexo 5. Tabla de estimación de biomasa y carbono para parcela AC- muestreada

Nombre Común	Nombre Científico	CAP (cm)	Altura Tronco (m)	ff	Altura Total (m)	dap (m)	volumen cil	volumen árbol	biomasa (t)	carbono (t)
Caoba atlántico	<i>Swieteniamacrophylla</i>	46	2.3	0.6	7	0.1	0.0387	0.0232	0.0139	0.0069
Caoba atlántico	<i>Swieteniamacrophylla</i>	43	2.4	0.6	7	0.1	0.0353	0.0211	0.0127	0.0063
Plátano	<i>Musa sp.</i>	60	3.3	0.6	5	0.2	0.0945	0.0567	0.0340	0.0170
Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	26	4.2	0.3	5	0.1	0.0225	0.0067	0.0040	0.0020
Caoba atlántico	<i>Swieteniamacrophylla</i>	32	2.1	0.3	6	0.1	0.0171	0.0051	0.0030	0.0015
Caoba atlántico	<i>Swieteniamacrophylla</i>	45	3.3	0.3	8	0.1	0.0531	0.0159	0.0095	0.0047
Caoba atlántico	<i>Swieteniamacrophylla</i>	44	3.1	0.3	7	0.1	0.0477	0.0143	0.0085	0.0042
Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	38	1.2	0.3	7	0.1	0.0137	0.0041	0.0024	0.0012
Caoba atlántico	<i>Swieteniamacrophylla</i>	67	5.3	0.6	10	0.2	0.1893	0.1135	0.0681	0.0340
Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	189	4.1	0.9	21	0.6	1.1654	1.0489	0.6293	0.3146
Caoba del Atlántico	<i>Swieteniamacrophylla</i>	70	4.2	0.6	8	0.2	0.1637	0.0982	0.0589	0.0294
Caoba del atlántico	<i>Swieteniamacrophylla</i>	64	6.1	0.6	7.8	0.2	0.1988	0.1192	0.0715	0.0357
Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	92	8.4	0.9	9	0.3	0.5657	0.5091	0.3055	0.1527
Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	64	4.1	0.6	8.5	0.2	0.1336	0.0801	0.0481	0.0240
Macuelizo	<i>Tabebuia rosea</i>	130	1.3	0.9	8.7	0.4	0.1748	0.1573	0.0944	0.0472
Carreto real	<i>Albiziaguachapele</i>	51	4.2	0.6	5	0.2	0.0869	0.0521	0.0312	0.0156
Carreto real	<i>Albiziaguachapele</i>	61	2.1	0.6	6	0.2	0.0621	0.0373	0.0223	0.0111
Carreto real	<i>Albiziaguachapele</i>	65	7.4	0.6	8.5	0.2	0.2487	0.1492	0.0895	0.0447
Cedro	<i>Cedrelaodorata</i>	25	4.6	0.3	6	0.1	0.0228	0.0068	0.0041	0.0020
Cedro	<i>Cedrelaodorata</i>	41	3.5	0.3	5.1	0.1	0.0468	0.0140	0.0084	0.0042

Anexo 6.Equipo de trabajo tomando variables dasométricas en finca con SAF cacao

