

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**INSTALACIÓN Y MEDICIÓN DE PARCELAS DE MUESTREO
PERMANENTE EN BOSQUE DE PINO (*Pinus spp.*), EN TRES
MUNICIPIOS DEL OESTE DE OLANCHO**

POR:

EDWIN YONATAN GARCIA SANCHEZ

TESIS



Catacamas, Olancho

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2023

**INSTALACIÓN Y MEDICIÓN DE PARCELAS DE MUESTREO
PERMANENTE EN BOSQUE DE PINO (*Pinus spp.*), EN TRES
MUNICIPIOS DEL OESTE DE OLANCHO**

POR:

EDWIN YONATAN GARCIA SANCHEZ

JORGE DAVID ZÚNIGA, M.Sc

Asesor principal, UNAG

TESIS

**INSTALACIÓN Y MEDICIÓN DE PARCELAS DE MUESTREO
PERMANENTE EN BOSQUE DE PINO (*Pinus spp.*), EN TRES
MUNICIPIOS DEL OESTE DE OLANCHO**

Catacamas,

Olancho

DICIEMBRE, 2023

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la vida, su infinita misericordia y por guiarme siempre por el buen camino

A MIS PADRES

Mary Sanchez, que siempre ha dado todo por sacarme adelante y motivarme y hacerme llegar hasta donde estoy y que me enseñó que en esta vida se puede lograr con la sabiduría de Dios y a mi padre **Santos Andres**, que ha estado pendiente de mí para que nada me haga falta, para que logre todo lo que me he propuesto.

A MIS HERMANOS

Que han sido parte importante en este proceso, para motivarme y seguir adelante. Su presencia ha hecho una diferencia significativa y estoy agradecido de tenerlos.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

A mi padre todopoderoso por tu infinita misericordia, por iluminarme el camino día a día, por darme sabiduría y entendimiento en cada proceso para la realización de mis actividades y deberes.

A MIS PADRES

Por brindarme la motivación y ese apoyo incondicional en este proceso de formación y por estar en esos momentos que más se necesita.

A MIS COMPAÑEROS

Por estar siempre apoyándome en mis actividades y soportarme en todo este tiempo.

AL INSTITUTO DE CONSERVACIÓN FORESTAL (ICF)

Que gracias a ellos pude llevar a cabo mi investigación.

A MIS ASESORES DE PPS

Por compartir sus conocimientos que ha sido de gran ayuda, y por su dedicación y apoyo incondicional y lecciones aprendidas

CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE ANEXOS.....	10
I. INTRODUCCIÓN	12
II. OBJETIVOS	13
2.1 Objetivo general.....	13
2.2 Objetivos específicos.....	13
III. REVISIÓN DE LITERATURA	14
3.1. Bosque Natural en Honduras	14
3.1.1 Bosque de conifera Honduras.....	14
3.1.2 Bosque de pino	14
3.1.3 Riqueza de especies y diversidad florística	15
3.1.4 Composición Florística.....	15
3.1.5 Estudio de la vegetacion	15
3.2 Inventario Forestal	16
3.2.1 Degradación	16
3.3 Parcelas de investigación.....	18
3.3.1 Temporales.....	18
3.3.2 Parcela permanentes de medicion forestal.....	18
3.3.3 Importancia de las parcelas permanentes (PMP)	19
3.4 Estructura horizontal de los bosques Bosques.....	20
3.5 Estructura Vertical de los bosques	21
3.6 Distribución diamétrica	21
3.7 Abundancia Dominancia y frecuencia de especies arbóreas.....	22

3.8 Estimación de biomasa carbono.....	23
IV. MATERIALES Y MÉTODO.....	25
4.1. Ubicación del sitio de estudio.....	25
4.2. Materiales y equipo	27
4.3. Metodología.....	28
4.3.1 Diseño y tamaño de la parcela	28
4.3.2 Fase preliminar	29
4.3.3 Ubicación de los sitios de muestreo.....	29
4.3.4 Registro de información general de la PMP	30
4.3.5 Ubicación de los árboles	31
4.3.6 Procedimiento para la medición de parcelas.....	31
4.3.7. Regeneración natural	32
4.3.8 Identificación taxonómica	32
4.4. Análisis de campo	32
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
5.1 Clases diamétricas en Bosque de <i>Pinus</i> spp.	35
5.2. Clases altimétricas	38
5.3 Área basal.....	40
5.4 Volumen de <i>Pinus</i> spp.	41
5.5 Biomasa de <i>Pinus</i> spp.....	42
5.6 Carbono en bosque de <i>Pinus</i> spp.	43
5.7 Regeneración natural de <i>Pinus</i> spp.....	44
VI. CONCLUSIONES	50
VII. RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	52
ANEXOS	57

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Nombre común de las especies encontradas a nivel de sotobosque, sitio La Colonia El Cacao, Dulce Nombre de Culmí.....	48
Cuadro 2. Nombre común de las especies encontradas a nivel de sotobosque, sitio La Sabaneta, Catacamas.	49
Cuadro 3. Nombre común de las especies encontradas a nivel de sotobosque, sitio El Chaparral, Santa María del Real.....	49

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica de las área de estudio en bosque de <i>Pinus</i> spp. en Dulce Nombre de Culmí, Olancho.....	26
Figura 2. Ubicación geográfica de las área de estudio en bosque de <i>Pinus</i> spp. en La Sabaneta, Catacamas.	26
Figura 3. Ubicación geográfica de las área de estudio en bosque de <i>Pinus</i> spp. en El Chaparral, Santa María Del Real.	27
Figura 4. Detalle de las mediciones realizadas en cada parcela de las unidades de muestreo	28
Figura 5 Diseño de las unidades de muestreo, parcelas anidadas.	29
Figura 6. Clases diamétricas en <i>Pinus</i> spp. del primer sitio de estudio, La Colonia El Cacao, Dulce Nombre de Culmí.....	35
Figura 7. Clases diamétricas en <i>Pinus</i> spp. del segundo sitio, La Sabaneta, Catacamas. ...	36
Figura 8. Clases diamétricas en <i>Pinus</i> spp., sitio El Chaparral, Santa María del Real.	37
Figura 9. Clases altimétricas en <i>Pinus</i> spp., sitio La Colonia, Dulce Nombre de Culmí....	38
Figura 10. Clases altimétricas en <i>Pinus</i> spp., sitio La Sabaneta, Catacamas.	39
Figura 11. Clases altimétricas en <i>Pinus</i> spp., sitio El Chaparral, Santa María del Real.	40
Figura 12. Área basal de <i>Pinus</i> spp., sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.	41
Figura 13. Volumen sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.	42
Figura 14. Biomasa por sitio de estudio, El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.	43
Figura 15. Carbono en bosque de <i>Pinus</i> spp., sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.	44
Figura 16. Número de individuos <i>Pinus</i> spp., sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.	45

Figura 17. Altura promedio <i>Pinus</i> spp., sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.	46
Figura 18. Diámetro promedio <i>Pinus</i> spp., sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.	47

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXOS 1. Formulario para el registro de datos de campo de la PMP.....	57
ANEXOS 2. Formulario para el registro de los datos de la regeneración.	58
ANEXOS 3. Instalación de las parcelas de muestreo permanente (PMP).....	59
ANEXOS 4. Enumeración de árboles.....	59
ANEXOS 5. Mediciones dasometricas.....	60
ANEXOS 6. Identificación taxonómica.....	60

Sanchez Yontan, E. G. 2023. Instalación y medición de parcelas de muestreo permanente en bosque de pino (*pinus* spp.), en tres municipios del oeste de Olancho. Universidad Nacional de Agricultura, Olancho, Honduras. Tesis. Ing. en Gestión Integral de los Recursos Naturales. Catacamas, Olancho, Honduras, C. A.

RESUMEN

En el presente estudio se realizó en los municipios de Colonia El Cacao, Dulce Nombre de Culmí, El Chaparral, Santa María Del Relá y La Sabaneta, Catacamas, en el departamento de Olancho. La investigación consistió en la instalación y medición de parcelas de muestreo permanente en bosque de pino, se instalaron tres parcelas de muestreo permanente en cada sitio.

Las PMP tienen un área de 1000 m² con un radio de 17.84 m y una separación de 50 m cada una de ellas. Además se instalaron subparcelas con un área de 100 m² con un radio de 5.64 m. En total se instalaron 9 parcelas y 9 parcelas de regeneración.

Las variables registradas incluyeron el diámetro altura al pecho (DAP) y la altura total de los árboles. Estos parámetros son fundamentales para evaluar la estructura y el crecimiento del bosque en cada sitio, además se estimó el área basal, volumen biomasa y carbono para cada individuo.

Mediante el levantamiento de datos los tres sitios mostraron diferencias muy significativas en cuanto diámetro y altura, siendo Colonia El Cacao el que más individuos presentó con un total de 156 seguido por el sitio La Sabaneta con total de 142 y El Chaparral solo se contabilizaron 75 individuos, sin embargo; en cuanto a regeneración el sitio El Chaparral fue el que más número de individuos presentó con un total de 213.

I. INTRODUCCIÓN

El establecimiento de Parcelas de Muestreo Permanente (PMP) en bosque de pino (*Pinus* spp.), es uno de los temas de mayor importancia en el campo de la medición forestal E *et al.* (2018). Son una herramienta que busca crear información de la estructura y composición de las áreas boscosas en un sistema dinámico ordenado de toma de datos de campo, que sea aplicable tanto a bosque intervenido como primario (Caal y Salazar 2010).

Las PMP son instrumentos que permiten seguir el crecimiento y rendimiento del bosque remanente con el propósito de obtener información esencial para ser utilizada en el momento de tomar decisiones relativas a la ordenación forestal, respecto a ciclos de corta, diámetros mínimos de corta, volúmenes de corta y otros supuestos planteados en los Planes de Manejo Forestal (Contreras *et al.* 1999). Interpretar y procesar esta información de campo genera una serie de resultados valiosos que constituyen herramientas fundamentales para el planificador forestal, sean estos desde puntos de vista económicos, silviculturales o sociales y sus interacciones (Groothousen 2000). Siendo importante las PMP también para la comprensión de la biodiversidad existente y por consiguiente su conservación (Umaña *et al.* 20022).

La finalidad del presente estudio es la instalación de las PMP y la medición de las variables dasométricas Diámetro a la Altura del Pecho (PAP en cm) y altura (m) con el fin crear la base de datos que años posteriores tendrá nuevas mediciones. Las PMP fueron establecidas en bosque de *Pinus* spp. En las localidades Sabaneta en el municipio de Catacamas, El Chaparral en Santa María del Real y Colonia El Cacao en Dulce Nombre de Culmí.

Es importante destacar que este estudio se presenta como un enfoque exploratorio, con el propósito de abrir nuevas perspectivas y generar conocimiento preliminar en este campo específico de la medición forestal. Con la recopilación de datos, se busca contribuir a la comprensión de la dinámica de estos ecosistemas, aportando información valiosa para futuras investigaciones y decisiones relacionada con la gestión forestal sostenible.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Establecer Parcelas de Muestreo Permanente (PMP) en bosque de pino (*Pinus* spp.), en tres municipios del oeste de Olancho, Honduras.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar y seleccionar áreas representativas en tres sitios de bosque de *Pinus* spp., en los municipios Santa María del Real, Catacamas y Dulce Nombre de Culmí para la instalación de Parcelas de Muestreo Permanente (PMP).
- Registrar las variables dasométricas DAP y Altura en las PMP para la estimación de la biomasa y el carbono presente en tres sitios representativos de bosque de *Pinus* spp. en los municipios de Santa María del Real, Catacamas y Dulce nombre de Culmí.
- Identificar taxonómicamente los árboles y arbustos a nivel de sotobosque en las PMP en tres sitios de bosque de *Pinus* spp.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Bosque Natural en Honduras

Honduras tiene una extensión territorial de 11,249.200 ha, de las cuales el 47.86% son tierras que mantienen una cobertura forestal. Incluyen los bosques latifoliados, coníferas, mixtos y mangle donde normalmente surgen interacciones beneficiosas en la mayoría de los bosques conocidos como servicios ecosistémicos. Predominan los de hoja ancha o latifoliados, según las cifras del mapa forestal base (INE 2018).

3.1.1 Bosque de conifera Honduras

El bosque de coníferas se encuentra principalmente en la parte central del país. Este tipo de bosques constituye una biomasa forestal terrestre que se presenta en zonas altas y bajas (ICF 2020). El bosque de coníferas tiene una cobertura del 36.6% (1,972,675.12 ha.) del total de la superficie forestal (INE 2018). Se encuentran ubicados en todo el país, pero especialmente en las zonas central y oriental del país, con una gran concentración en los departamentos de Olancho, Francisco Morazán, Gracias a Dios, Comayagua y El Paraíso. Las principales amenazas que enfrenta este tipo de bosque son las deficientes prácticas de manejo, los incendios forestales y la extracción de leña para su utilización como combustible. A pesar de lo anterior, gran parte de los bosques de coníferas son utilizados como zonas de pastoreo para la ganadería extensiva, lo cual es un problema en el caso de bosques recién intervenidos o bosques jóvenes pues se aumenta enormemente su período de recuperación. (Quijandría 1997).

3.1.2 Bosque de pino

Según Flórez y Mairena. (2005), los pinares cubren alrededor de 2, 781,500 hectáreas equivalentes a un 42% de la superficie territorial cubierta de bosque y están ubicados principalmente en las cordilleras centrales, en suelos pedregosos, de pendientes accidentadas y de escasa profundidad. Los bosques de pino están concentrados en la zona central con 52% del total, seguida por la zona oriental con 19%, la zona occidental con 14%; la zona sur presenta poca existencia de este tipo de bosque. Estos bosques de pino producen de 284 a 358 toneladas por hectárea de biomasa y se constituyen en la base de la industria primaria forestal del país.

3.1.3 Riqueza de especies y diversidad florística

Ambos conceptos se refieren a una de las características sobresalientes de los bosques tropicales (Ávila 2010). Se denomina riqueza al número total de especies de cualquier tamaño y forma de vida en un área dada. Por otro lado, la diversidad florística se refiere a la distribución de los individuos entre el total de especies presentes y es un indicador de intensidad de mezcla del rodal. Al igual que la riqueza florística, este valor va a depender del límite mínimo de medición y la referencia del área (Quintana 2018).

3.1.4 Composición Florística

La composición florística está representada por el número de especies presentes en un determinado período de desarrollo del bosque y da idea del grado de evolución de la vegetación, es medida en función de la diversidad de especies presentes en un área determinada (Mariscal *et al.* 2000).

3.1.5 Estudio de la vegetación

El estudio de la vegetación es necesario para innumerables actividades de investigación y desarrollo por su importancia como subsistema fundamental del sistema ecológico: captadora y transformadora de energía solar, puerta de entrada de la energía y de la materia a la trama trófica, almacenadora de energía, proveedora de refugio de la fauna, agente antierosivo del

suelo, agente regulador del clima local, agente reductor de la contaminación atmosférica y del ruido, fuente de materia prima para el hombre, fuente de bienestar espiritual y cultural por su valor estético, recreativo y educativo. Tal como lo señala Tüxen,(149) la ciencia de la vegetación está vinculada a otras ramas del saber: la fitogeografía y la sistemática vegetal, la genética y la evolución, la paleobotánica y la palinología, así como a esferas de investigación aplicada y de gestión: silvicultura, manejo de pastizales y de fauna silvestre, conservación del ambiente, interpretación del potencial de la tierra para uso agropecuario y otros (Matteucci y Colma 2002).

3.2 Inventario Forestal

La finalidad del inventario forestal nacional (IFN) es evaluar los recursos forestales y los recursos de árboles fuera del bosque y proporcionar nueva información cualitativa y cuantitativa sobre el estado, utilización, ordenación y tendencias de estos recursos (FAO 2004).

Los bosques bajo ordenación sostenible tienen muchas funciones socioeconómicas y ambientales importantes a nivel mundial, nacional y local; también desempeñan un papel fundamental en el desarrollo sostenible. El poder disponer de información fiable y actualizada sobre la situación de los recursos forestales no solamente con respecto a la cubierta forestal y sus procesos de cambio sino también con respecto a variables como las existencias en formación, los productos forestales maderables y no maderables, el carbono, las áreas protegidas, el uso recreativo u otros usos de los bosques, la diversidad biológica y la contribución de los bosques a las economías nacionales es esencial para la toma de decisiones en el ámbito de las políticas y los programas forestales, y a todos los niveles del desarrollo sostenible (FAO 2010).

3.2.1 Degradación

En términos generales, la degradación es el resultado de una disminución progresiva de la estructura, composición y funciones en las que se basa el vigor y la resiliencia de un bosque. Un bosque degradado es aquel cuya estructura, función, composición de especies o productividad se han modificado severamente o se han perdido permanentemente como resultado de actividades humanas dañinas (Grandón et al. 2018).

“Reducción del contenido de carbono dentro de áreas boscosas debido a la intervención antropogénica, que no califica como deforestación”. Las superficies de bosques estables que sufren alteraciones en sus ecosistemas y reducen las existencias de carbono son de 636,702 ha para el periodo 2000-2018, para un promedio anual de 35,372 ha.

Según resultados el bosque Latifoliado húmedo y el bosque de conífera presentan la mayor degradación de los tipos de bosque en el país, con 451,000 y 112.000 ha respectivamente (ICF 2020).

Honduras ha tenido una importante historia y cultura forestal basada en la riqueza de sus bosques de pino y latifoliados. En los años ochenta, llegó a ser considerado el depósito de madera de la región centroamericana, y la economía forestal desarrollada permitía importantes contribuciones al desarrollo de la nación. En las últimas décadas, el aumento de la población, la baja gobernanza de los bosques y las tierras, los conflictos por los derechos de propiedad y acceso han provocado la deforestación y degradación de los bosques, así como un aumento de la tala y el comercio ilegal de madera y productos derivados. Esta situación ha reducido las inversiones y la posibilidad de desarrollar negocios forestales para promover una economía en base a este importante recurso (FAO y Navarro 2020).

Hay algunos factores principales que detonan la degradación de los bosques. Uno de ellos es el cambio climático: las temperaturas más altas y los impredecibles patrones climáticos aumentan el riesgo y la gravedad de los incendios forestales, la infestación de plagas y las enfermedades. Pero la principal causa de la degradación de los bosques es la tala insostenible e ilegal (Hancock 2019).

3.3 Parcelas de investigación

Las parcelas de investigación son la herramienta más eficaz para conocer y monitorear las áreas forestales; ellas proporcionan información sobre las condiciones de los bosques naturales y de las plantaciones, información necesaria para establecer estrategias de manejo, el desarrollo de modelos de crecimiento, la elaboración de tablas de rendimiento en volumen y área basal, los monitoreos biológicos, entre otros. En el establecimiento de parcelas de investigación se deben tener en cuenta aspectos importantes como, los costos y el tiempo requerido, lo cual depende, del tipo, tamaño y número de parcelas, las variables a medir y el número de mediciones. Según el tiempo requerido, existen dos tipos de parcelas, que aunque tienen fines diferentes, unas pueden complementar a las otras, de manera que, tanto en bosques naturales como en plantaciones se pueden establecer ambos tipos de parcelas (Guaviare 2010).

3.3.1 Temporales

La parcela temporal es una unidad de investigación que se establece en forma ocasional y se evalúa sólo una vez.

En ocasiones, cuando se estudia el comportamiento de una especie en una región, haciendo uso de información de parcelas permanentes, y ésta no es suficiente para desarrollar curvas de crecimiento confiables, o se quieran desarrollar índices de sitio, hay que recurrir al establecimiento de parcelas temporales en los sitios donde la especie esté creciendo y que se considere de interés. Al graficar esta información, el técnico podrá tener una idea más clara de la respuesta de la especie en dicha región (Salazar 1989)

3.3.2 Parcela permanentes de medicion forestal

Las parcelas permanentes son uno de los pilares principales en manejo e investigación forestal. Las predicciones de crecimiento y producción, basadas en datos de parcelas

permanentes, tienen implicaciones directas para la toma de decisiones de los inversionistas en manejo de bosque o plantaciones forestales. Las parcelas permanentes permiten los forestales e investigadores forestales, observar diversas variables económicas y ecológicas relevantes y coleccionar evidencia objetiva en términos de información base. Dicha información es por lo general usada para construir, mejorar o actualizar modelos o procesos estadísticos, los cuales son empleados para entender mejor y predecir el desarrollo del bosque o rodal (Parra 2012).

Sin embargo Joyas *et al.* (2005), el uso de parcelas permanentes permite detectar los cambios espaciales y temporales de la vegetación, así como describir detalladamente el hábitat dentro de un sitio particular, brindando información útil para predecir los cambios futuros a partir de la distribución actual de las especies. Así, estas parcelas proporcionan a las personas encargadas del manejo y la toma de decisiones, las herramientas necesarias para establecer áreas prioritarias de conservación, y para diseñar investigaciones futuras encaminadas hacia su protección o su recuperación. De otro lado, las parcelas permanentes se pueden emplear en la creación de bancos de tejidos con el fin de monitorear la dinámica genética de poblaciones de vida corta. Ésto permitiría observar el comportamiento de la diversidad genética y analizar distintos aspectos, como la procedencia de los elementos nuevos en la flora, registrados de manera periódica a través de los censos.

3.3.3 Importancia de las parcelas permanentes (PMP)

INAB. (2012), La generación de información y conocimiento sobre el estado y dinámica de los bosques, es de vital importancia para proporcionar un mejor sustento para la planificación, diseño de políticas, estrategias y directrices, así como su aplicación a la conservación y manejo sostenible a los diferentes ecosistemas forestales del país.

En este sentido, las Parcelas Permanentes de Medición Forestal (PPMF) se constituyen en instrumentos idóneos para la investigación, seguimiento y evaluación de la respuesta del bosque natural o plantación, a diversas intervenciones silviculturales a lo largo del tiempo; además, permiten determinar incrementos en diámetro, altura, área basal y volumen, así

como índices de mortalidad, reclutamiento de nuevos individuos, pronosticar tendencias de la estructura y composición de la vegetación.

En el año 2011 se realizó el diagnóstico del estado de las PPMF instaladas en Bosque Natural de Coníferas, localizándose el registro físico de 72 PPMF instaladas en el periodo de 2003-2006, de estas unidades, el 34% tiene entre 2 a 3 lecturas y el 66% restante, únicamente cuenta con la primera lectura correspondiente a la instalación.

3.4 Estructura horizontal de los bosques Bosques

Las características estructurales de un bosque natural son un aspecto muy importante para conocer su dinámica y especialmente para definir su estructura y composición, lo que permitirá diseñar un plan de manejo dependiendo de los resultados obtenidos. Siendo muy importante su estudio por que permite definir las características más importantes de la estructura horizontal de un bosque natural, identificar las especies que hacen parte del mismo y las características de Abundancia, Dominancia, Frecuencia(GORDO 2009).

El análisis estructural de una comunidad vegetal, se hace con el propósito de valorar sociológicamente una muestra y establecer su categoría en la asociación. Puede realizarse según las necesidades puramente prácticas de la silvicultura o siguiendo las directrices teóricas de la sociología vegetal, se entiende por estructura horizontal al arreglo espacial de los organismos, en este caso árboles, en los bosques este fenómeno es reflejado en la distribución de individuos en clases diamétricas a intervalos de 10 cm (Valerio y Salas 1998). El análisis de la estructura horizontal cuantifica la participación de cada especie con relación a las demás y muestra como se distribuyen espacialmente (Acosta et al. 2006).

la estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema (Gordo 2009).

3.5 Estructura Vertical de los bosques

Se define como la distribución de los individuos a lo alto del perfil. Esta distribución responde a las características de las especies que la conforman y a las condiciones microclimáticas que varían al moverse de arriba abajo en el perfil (Valerio y Salas 1998): radiación, temperatura, viento, humedad relativa, evapotranspiración y concentración de CO₂.

La estructura vertical del bosque está determinada por la distribución de los organismos tanto plantas como animales, a lo alto de su perfil. Esa estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones microambientales presentes en las diferentes alturas del perfil. Estas diferencias en el microambiente permiten que especies con diferentes requerimientos de energía se ubiquen en los niveles que mejor satisfagan sus necesidades (Bastiaan et al. 2018).

3.6 Distribución diamétrica

Las distribuciones diamétricas son un factor importante en la caracterización del rodal, ya que el diámetro, generalmente, está correlacionado con otras variables de interés como la altura, volumen, biomasa, etcétera, esto permite conocer el tipo de productos que pueden obtenerse del bosque Vega *et al.* (2022).

El estudio de la distribución diamétrica para las diferentes especies arbóreas de una masa forestal permite evaluar su estado ecológico y de conservación; en particular permite detectar la falta de regeneración o bien el envejecimiento de las masas Ajbilou *et al.* (2003).

3.7 Abundancia Dominancia y frecuencia de especies arbóreas

Venegas. (2000), explica que para determinar la importancia de las especies arbóreas en una población, se utilizan tres medidas: abundancia, dominancia y frecuencia. Estos parámetros son utilizados para valorar las especies en la población y proporcionan información relevante acerca de su presencia y relevancia en el ecosistema. En resumen, la abundancia, dominancia y frecuencia son considerados como medidas importantes para evaluar la importancia de las especies arbóreas en una población.

De acuerdo con Juan y Vela. (2010), la dominancia de una especie forestal se refiere a la posibilidad de que esta ocupe el espacio en una unidad de muestra específica. Por otro lado, (Venegas 2000), menciona que (H 1990), la abundancia se define en términos del número de individuos presentes en una hectárea, mientras que la dominancia se expresa en proporción al área basal. El cálculo del área basal es una herramienta importante para la evaluación de la dominancia de una especie en particular.

Según Ávila. (2010), citando a R. (2003), la frecuencia se define como la probabilidad de encontrar un árbol de una especie particular al menos una vez en una unidad de muestreo. Esta medida se expresa como un porcentaje de las unidades de muestreo en las que se encuentra el árbol en relación con el número total de unidades de muestreo. En resumen, la frecuencia es una medida utilizada para determinar la presencia de una especie arbórea en una población y se expresa como un porcentaje de las unidades de muestreo en las que se encuentra dicha especie.

La abundancia es el número de individuos que posee una especie en un área determinada. Cuando se refiere al número de individuos por especie corresponde a la abundancia absoluta y cuando es el porcentaje de individuos de cada especie con relación al número total de individuos del ecosistema se habla de abundancia relativa.

Según H. (1990), la abundancia se refiere a la cantidad de individuos presentes en una hectárea, tanto en términos absolutos (número total de individuos por especie) como en

términos relativos (proporción de individuos de cada especie en el total de individuos del ecosistema). Por otro lado, la "frecuencia" se define como el número de parcelas en las que se encuentra una especie en particular en relación con el número total de parcelas inventariadas. Alternativamente, la frecuencia también puede referirse a la presencia o ausencia de una especie en una parcela específica. En resumen, la abundancia se refiere a la cantidad de individuos presentes en una hectárea, mientras que la frecuencia mide la presencia o ausencia de una especie en una determinada parcela o en un número determinado de parcelas inventariadas.

3.8 Estimación de biomasa carbono

Los bosques, como un sistema natural complejo, tienen una importante función en la mitigación del cambio climático global al almacenar carbono en su vegetación y suelo, así como a través del proceso de fotosíntesis y respiración que intercambia carbono con la atmósfera. Es importante tener en cuenta que si los bosques sufren alteraciones, pueden liberar el carbono almacenado, lo que podría contribuir al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Este punto ha sido señalado por (Gasparri y Manghi 2004). En resumen, los bosques son clave en la mitigación del cambio climático al almacenar carbono, pero es importante evitar alteraciones que puedan liberarlo a la atmósfera.

Cuando se realiza una evaluación forestal, especialmente enfocada en determinar el crecimiento, el rendimiento y la acumulación de biomasa de los árboles, es crucial que los muestreos realizados reflejen el verdadero comportamiento de las poblaciones que son objeto de estudio. Los árboles son el resultado de la combinación de componentes genéticos heredados de sus progenitores y del medio ambiente en el que crecen, así como de las interacciones que se generan entre estos. Por lo tanto, se requiere buscar zonas uniformes que reduzcan la heterogeneidad de los datos. La estratificación y la aleatorización de las muestras son acciones fundamentales para lograrlo (Santos 2013).

Según algunos resultados obtenidos en parcelas permanentes de muestreo (PPM) en bosques tropicales de América y Asia, estos bosques son considerados sumideros de carbono significativos para el planeta. Esto se debe a que, en promedio, mantienen un aumento de la biomasa similar al de las emisiones generadas por la deforestación (C y Baker 2010).

Chinchilla *et al.* (2019), sostienen, al igual que Bawa y Dayanandan. (1998), que es fundamental llevar a cabo un monitoreo a corto y largo plazo de las coberturas forestales para recopilar información acerca del comportamiento del carbono en estas áreas. Además, este monitoreo es esencial para comprender las implicaciones del cambio climático en las poblaciones y los ecosistemas forestales. En resumen, ambos estudios destacan la importancia de la vigilancia continua de los bosques para poder evaluar y abordar adecuadamente los impactos del cambio climático en los ecosistemas forestales.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. Ubicación del sitio de estudio

Los tres sitios de estudio están ubicados en Honduras, en el departamento de Olancho, en los municipios de Santa María del Real, Catacamas y Dulce Nombre de Culmi. Florísticamente están constituidos por bosques latifoliados, bosques mixtos y bosques de conífera.

Específicamente las áreas de estudio se ubican en El Chaparral (Santa María del Real), con coordenadas de $14^{\circ} 30' 35.20''$ Norte y una longitud de $85^{\circ} 55' 32.82''$ Oeste, con altitud de 421 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). El segundo sitio ubicado en La Sabaneta (Catacamas) con altitud de $14^{\circ} 40' 25.00''$ norte y una longitud de $86^{\circ} 13' 29.00''$ W y elevación sobre el nivel del mar de 508 m (Fig. 1).

El tercer sitio ubicado en la Colonia el Cacao, Dulce Nombre de Culmí con una altitud de $15^{\circ} 12' 24.92''$ norte y una longitud de $85^{\circ} 27' 15.50''$ oeste con una elevación de 558m sobre el nivel del mar (Fig. 1).

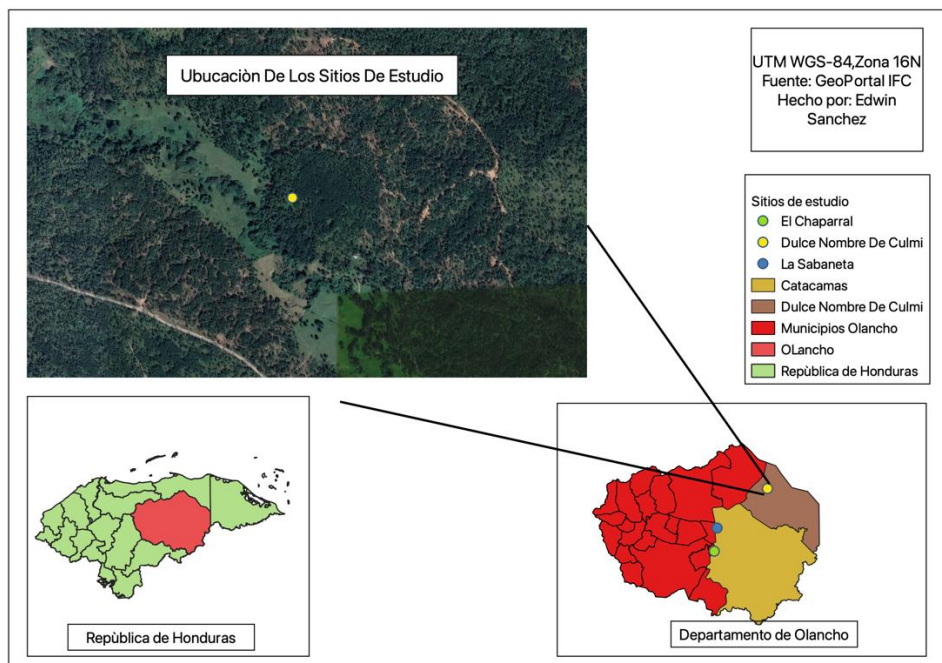


Figura 1. Ubicación geográfica de las área de estudio en bosque de *Pinus* spp. en Dulce Nombre de Culmí, Olancho.

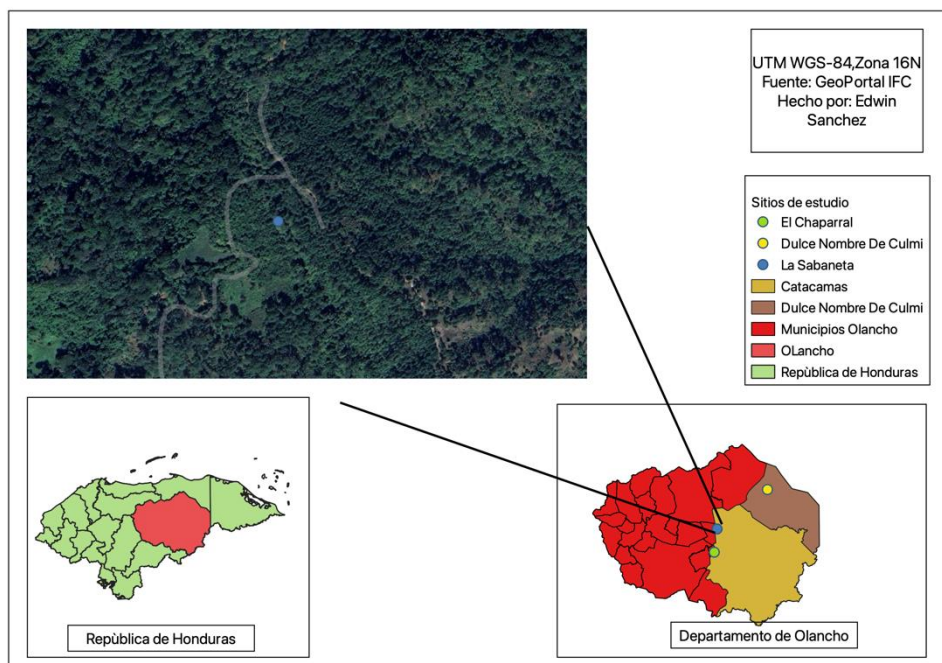


Figura 2. Ubicación geográfica de las área de estudio en bosque de *Pinus* spp. en La Sabaneta, Catacamas.

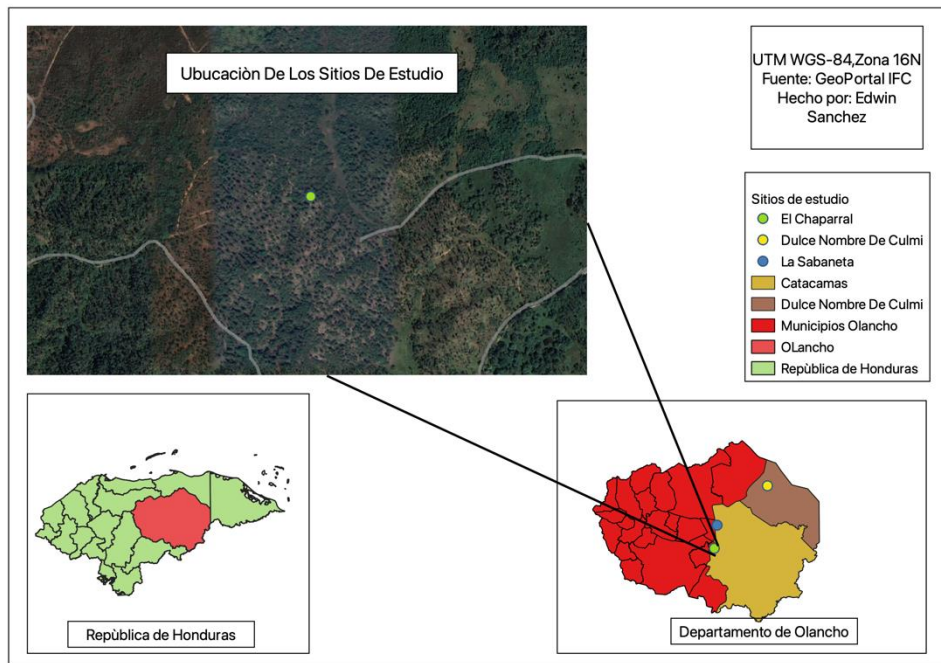


Figura 3. Ubicación geográfica de las área de estudio en bosque de *Pinus* spp. en El Chaparral, Santa María Del Real.

4.2. Materiales y equipo

Para el desarrollo de la presente investigación se demandó de lo siguiente: Pintura de color blanco, machete, cámara fotográfica, teléfono celular, fomularios, percha botánica, lápiz grafito, bolsas plásticas, motocicleta y vehículo.

4.3. Metodología

4.3.1 Diseño y tamaño de la parcela

El diseño de las parcelas anidadas consiste en establecer una parcela grande y dentro de ella una parcela más pequeña. El diseño de parcelas anidadas es útil en estudios que requieran un alto nivel de detalle, como la medición de productividad, crecimiento y rendimiento. Las parcelas a utilizar para evaluar árboles > 10 cm de DAP (fustales) serán circulares de 17.84 m de radio. Estas se ubicaron tres parcelas anidadas dentro de cada área boscosa siguiendo transectos o líneas, separadas unas de otras por una distancia de 50 m (Fig. 2).

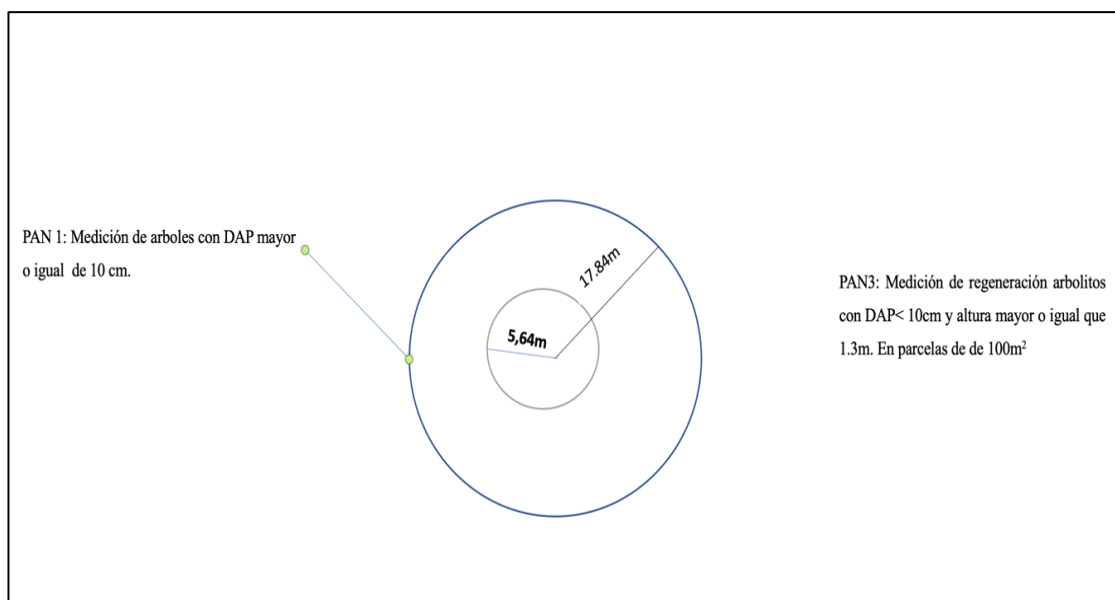


Figura 4. Detalle de las mediciones realizadas en cada parcela de las unidades de muestreo

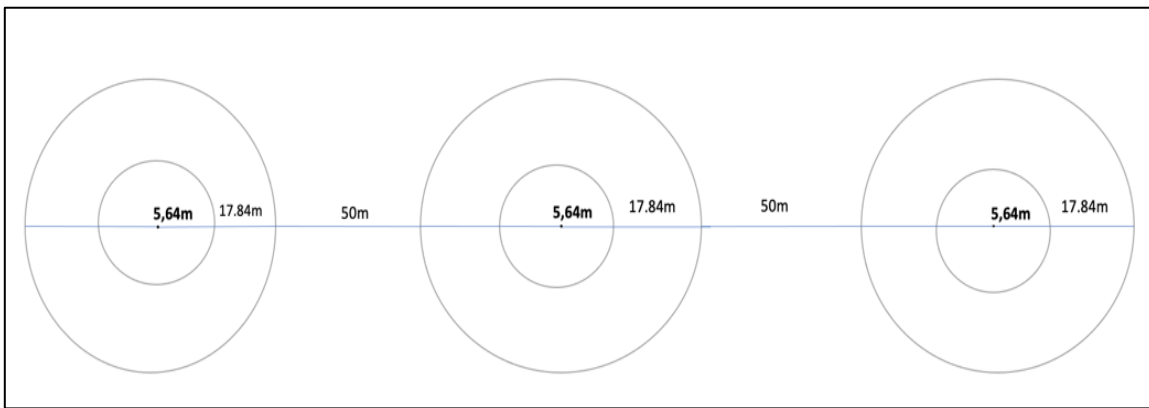


Figura 5 Diseño de las unidades de muestreo, parcelas anidadas.

4.3.2 Fase preliminar

- **Visitas a campo**

Para identificar el punto central de los sitios de muestreo se realizó una visita de campo a cada una de las tres zonas en estudio con el propósito de observar el estado del bosque, tomando en cuenta el estado de la representatividad de los bosques se identificó el punto central de la PMP. Al tomar en cuenta el estado representativo de los bosques durante este proceso, se garantiza que los resultados obtenidos serán fiables de las zonas de estudio.

4.3.3 Ubicación de los sitios de muestreo

La visita de reconocimiento fue necesaria para identificar los sitios de muestreo adecuados en la zona de estudio. Durante esta visita se observaron características, entre estas la vegetación. Además, la visita de reconocimiento ayudó a la identificación de posibles limitaciones, como accesibilidad, seguridad, permisos necesarios y otros aspectos que pueden influir en la viabilidad de los sitios de muestreo.

Es importante tener en cuenta que la elección adecuada de los sitios de muestreo es fundamental para garantizar la representatividad y la confiabilidad de los datos obtenidos. Por lo tanto, una visita de reconocimiento bien planificada es esencial para el éxito del estudio y tener resultados confiables.

Se utilizaron estacas como punto de referencia, empleadas como la señal distintiva para identificar el punto central de la parcela. Para esto se utilizó cinta amarilla en cada estaca donde se anotó el número de parcela y distanciamiento. Se anotaron los siguientes datos en cada una de parcelas.

- Distancia del árbol al centro de la parcela.
- Azimut desde el árbol al centro de la parcela.
- Diámetro a la altura del pecho (DAP) medido en cm.
- Altura total (m).

4.3.4 Registro de información general de la PMP

El registro de la información de la parcela se llevó a cabo utilizando dos formularios distintos: uno para la parcela grande, otro para la parcela de regeneración. Los datos recopilados se ingresaron utilizando el programa de Microsoft Excel para su posterior análisis. Además, fue importante asegurarse de que los formularios estaban completos y correctamente llenos durante el levantamiento de los datos en campo.

Variables a medir:

- **Diámetro altura del pecho (DAP):** Se midió el diámetro de los árboles cuyo DAP fue superior a 10 cm.
- **Altura total:** La altura total fue medida en aquellos árboles cuyo diámetro superó los 10 cm, desde la base del árbol (nivel del suelo) hasta su punta o ápice.

- **Toma de datos:** Utilizando el programa de Microsoft Excel se tabularon los datos obtenidos en las mediciones de las parcelas de muestreo permanente generando tablas y gráficos que permitieron la comprensión y análisis de las tres áreas de estudio.

4.3.5 Ubicación de los árboles

En el caso de las parcelas establecidas por medio de este estudio, la ubicación y numeración de los árboles se inició a partir del norte siguiendo el sentido de las manecillas del reloj. En el caso de que el árbol sea enumerado con pintura el número se deberá colocar en dirección al punto central de la PMP. El registro de las parcelas se deberá hacer al momento de su establecimiento.

Los árboles por ubicar en la parcela son los que tienen un DAP mayor o igual que 10 centímetros. Para registrar la ubicación de los árboles en la PMP se usó la tabla E en el formulario Anexo I y para el cual se llenaron los siguientes datos:

- Árbol número.
- Nombre científico.
- Distancia (m).
- Observaciones.

4.3.6 Procedimiento para la medición de parcelas

Una vez establecida la parcela y que se han ubicado los árboles se procedió a realizar las diferentes mediciones, entre los datos que se miden y se observan se mencionan los siguientes:

- a) Medición de árboles.
- b) Regeneración natural.

Para el registro de la información, en cada medición se utilizó la tabla C en el formulario del Anexo 1.

4.3.7. Regeneración natural

Se considera como regeneración aquellos arbolitos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) menor a 10 cm y que tengan una altura mayor o igual a 0.3 metros (30 cm). Para la medición de la regeneración se utilizó una parcela de 100 m² (radio = 5.64 metros) ubicada en el punto central de la PMP. En este caso, el centro de la parcela de regeneración coincide con el punto central de la PMP.

4.3.8 Identificación taxonómica

El objetivo fue identificar las familias de plantas presentes en tres sitios de estudio mediante un inventario dendrológico, que incluiría la categoría de sotobosque. Para recolectar las muestras de campo, se utilizó una percha botánica y se contó con el apoyo del Ingeniero Oscar Ferreira (Asesor Auxiliar de este estudio) y técnicos del Instituto de Conservación Forestal (ICF). En resumen, se llevó a cabo un muestreo exhaustivo del sotobosque para identificar las especies presentes en los tres sitios de estudio.

4.4. Análisis de campo

La información recopilada en el campo sobre las variables dasométricas fue ingresada en Microsoft Office Excel para su tabulación. Luego, se utilizaron fórmulas y herramientas de análisis de software para procesar y analizar los datos.

Fórmula 1:

Área basal (Ab)

$$Ab = \left(\frac{\pi}{4}\right) * DAP^2$$

Donde:

AB = Área basal en metros cuadrados por árbol.

DAP = Diámetro a la altura del pecho, en metros.

π = Valor constante = 3.1416

Fórmula 2:

Cálculo de volumen

$$V = Ah * At * 0.45$$

Donde:

V= Volumen total en metros cúbicos

h = Altura total (m)

Ab = Área basal (m²)

Factor de forma = 0.45

Fórmula 3:

Biomasa

$$V = V * DP * FEB$$

Donde:

B = Biomasa

V = Volumen total de madera

DP = Densidad promedio pino (0.47)

$$\text{FEB} = h \ 1.74$$

Fórmula 4:

Carbono

$$\text{CF} = \text{B} / 2$$

$$\text{CF} = \text{B} * 0.5$$

Siendo

$$\text{CF} = \text{Carbono}$$

$$\text{B} = \text{Biomasa}$$

$$0.50 = \text{Fracción de carbono}$$

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Clases diamétricas en Bosque de *Pinus* spp.

5.1.1 Clases diamétricas, sitio La Colonia El Cacao

En las tres parcelas del primer sitio de estudio, Dulce Nombre de Culmí, La Colonia El Cacao, se contabilizaron un total de 156 individuos. Al analizar las clases diamétricas registradas, se observa que la clase 10-11.99 cm es la más baja, pero a su vez representa la mayor cantidad de individuos, con un total de 30 individuos. Seguido la clase 12-13.99 cm sigue con 28 individuos, seguida por la clase 14-15.99 cm con una diferencia de un individuo con respecto a la anterior. Lo cual indica que estas clases diamétricas representan un bosque joven por concentrar la mayor cantidad de individuos en estas clases diamétricas (Fig. 4).

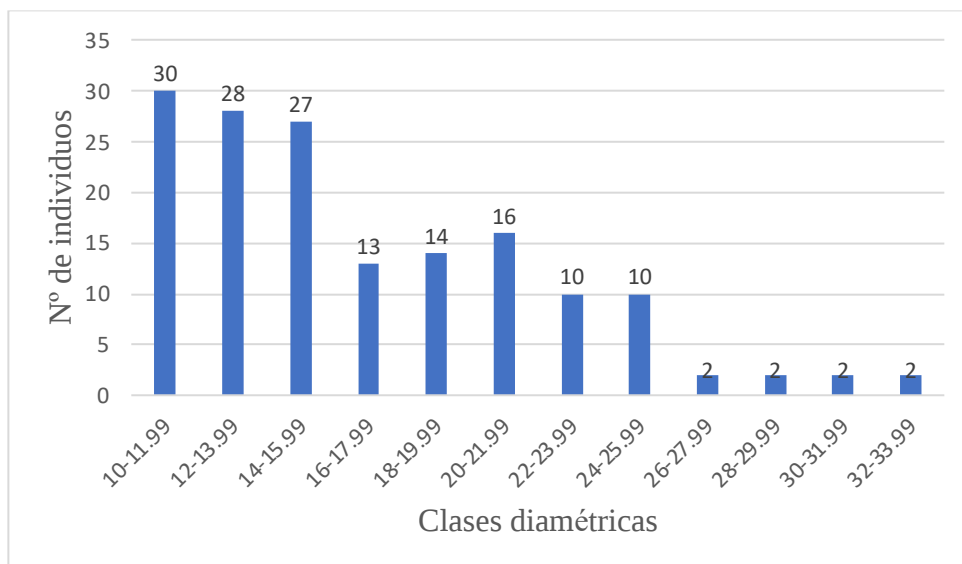


Figura 6. Clases diamétricas en *Pinus* spp. del primer sitio de estudio, La Colonia El Cacao, Dulce Nombre de Culmí.

La clases diamétricas (16-17.99, 18-19.99, 20-21.99, 22-23.99, 24-25.99 cm) muestran una consistencia en la cantidad de individuos, con un rango de 10 a 16 individuos; en tanto, en las últimas cuatro clases, estas presentan un número menor con dos individuos cada una, que son diámetros mayores a 26 cm, lo cual significa que hay una distribución uniforme en los diámetros de los árboles, con una disminución notable en la cantidad de individuos en las clases diamétricas más elevadas; es decir, árboles más adultos (Fig. 4).

5.1.2 Clases diamétricas, sitio La Sabaneta

En el segundo sitio de estudio, La Sabaneta, Catacamas, se identificaron 142 individuos que se distribuyeron en diez clases diamétricas. Entre estas clases, la de 12-13.99 cm presentó 32 individuos, seguida por la clase de 14-15.99 cm con 31 individuos, y siendo ambas las clases de menor tamaño diamétrico; sin embargo, la clase más baja de 10-11.99 cm presentó un total de 22 individuos. Este sitio también se caracteriza por ser un bosque joven en proceso de transición. En cuanto a las demás clases y a las anteriores hay distribución uniforme en los diámetros de cada árbol (Fig. 5).

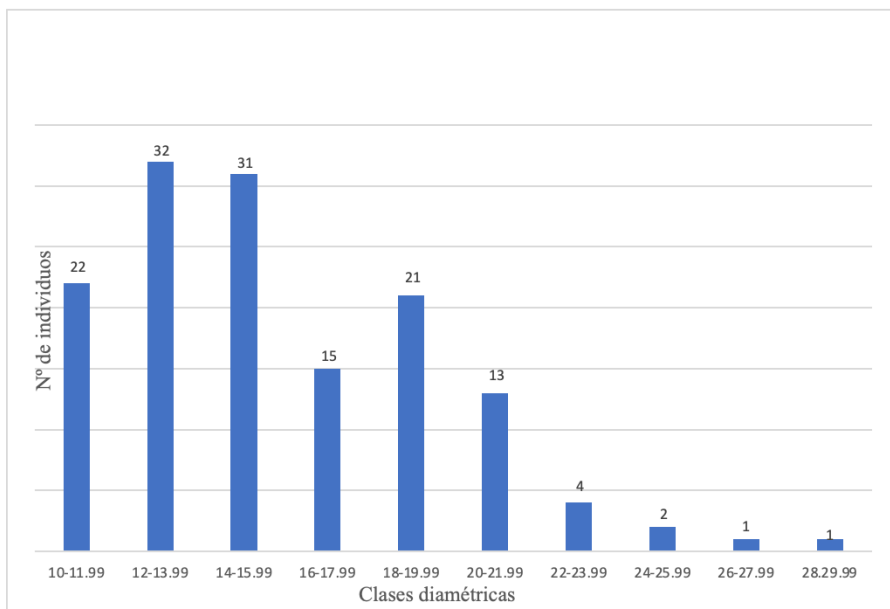


Figura 7. Clases diamétricas en *Pinus* spp. del segundo sitio, La Sabaneta, Catacamas.

Con respecto al primero sitio El Cacao, en este segundo La Sabaneta, en las últimas clases diamétricas la cantidad de individuos es menor, esto se debe a que este bosque ha sufrido degradación por efecto de los incendios forestales.

5.1.3 Clases diamétricas, sitio El Chaparral

En el tercer sito de estudio, El Chaparral, en Santa María del Real, se registró una cifra de 75 individuos con tres clases diamétricas siendo que este hallazgo representa que el sitio de estudio esta mayormente compuesto por árboles en proceso de transición, dentro del rango de 10-11.99 cm se contabilizó un total de 52 individuos, seguido por la clase 12-13.99 cm con 21 individuos y la última clase con 2 individuos (Fig. 6), esto se debe a que en el sitio se observó que hubo aprovechamiento forestal y este se encuentra en proceso de regeneración natural.

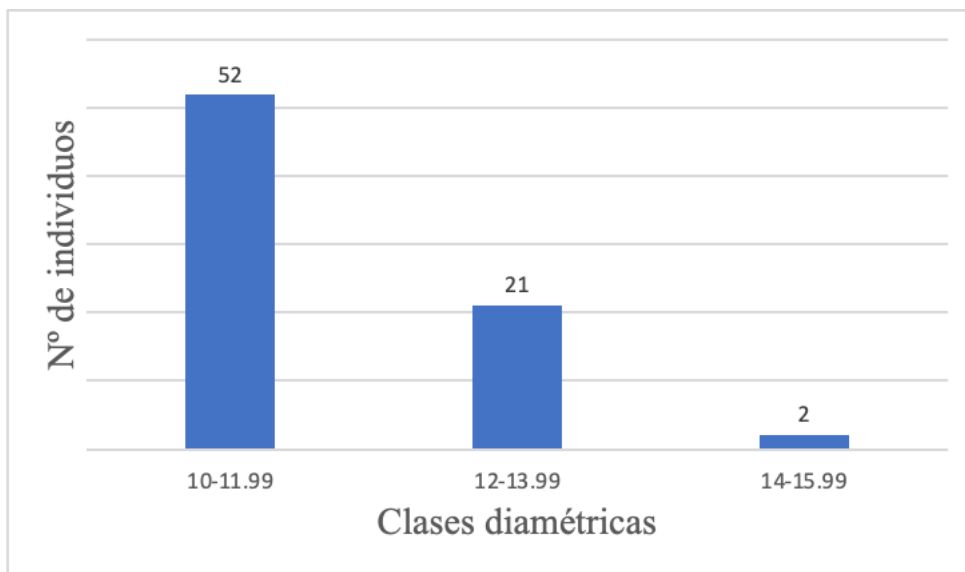


Figura 8. Clases diamétricas en *Pinus* spp., sitio El Chaparral, Santa María del Real.

5.2. Clases altimétricas

5.2.1 Clases altimétrica, sitio La Colonia El Cacao

En el sitio de estudio se contabilizaron 156 individuos mostrando diferencias en cada rango. La distribución de las alturas de los individuos presentó variaciones, dado a que es un bosque joven, el rango 6-7.99 m es el que menos individuos presentó con un total de 12, seguido por el rango 8-9.99 m con 21 individuos. El rango 10-11.99 m, es la tercera clase que más individuos presentó con 52, seguido por el rango 12-13.99 m con una diferencia de 5 individuos más que la clase anterior y la ultima clase presentó 14 individuos. El sitio mostró una tendencia ascendente hacia las clases mayores, esto indica que a medida pasa el tiempo se espera que los árboles crezcan, por el momento se aprecia claramente la competencia en altura que entre los árboles hay (Figura 7).

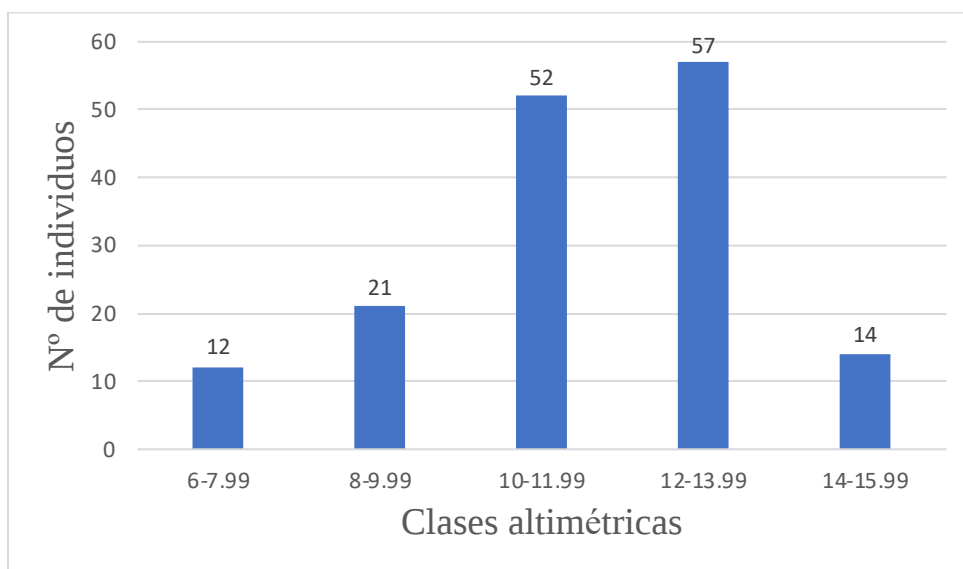


Figura 9. Clases altimétricas en *Pinus* spp., sitio La Colonia, Dulce Nombre de Culmí.

5.2.2 Clases altimétricas, sitio La Sabaneta

El segundo sitio de estudio mostró diferencias significativas con 142 individuos, con tendencia ascendente hasta la clase 20-21.99 m con un total de 63 individuos, sin embargo, la clase 22-23.99 m mostró un total de 10 individuos. En este caso se trata de un bosque más joven ya que el rango de alturas se encuentra entre 20-21.99 m, esto significa que el bosque esta en proceso de transición y con el paso del tiempo pueden variar las clases diamétricas (Fig. 8). En este bosque hay alteración por aprovechamiento para uso de la leña.

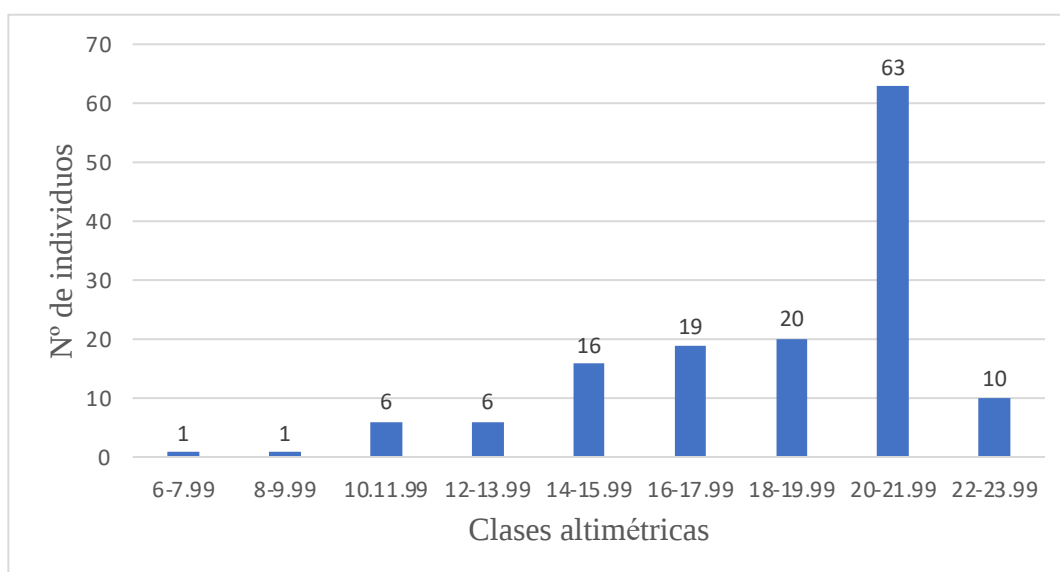


Figura 10. Clases altimétricas en *Pinus* spp., sitio La Sabaneta, Catacamas.

5.2.3 Clases altimétricas, sitio El Chaparral

En el tercer sitio de estudio se contabilizaron un total de 75 individuos, mostrando diferencias significativas, con una tendencia ascendente hasta el rango 10-11.99 m con un total de 32 individuos, no obstante, a partir de esta clase hay tendencia de decremento. Este bosque es un claro ejemplo que a través del tiempo hay cambios significativos, aunque también al analizar la gráfica se observa que hay competencia ya que en el rango 10.11.99 m se encuentra la mayoría de individuos (Fig. 9). En este sitio existió aprovechamiento forestal.

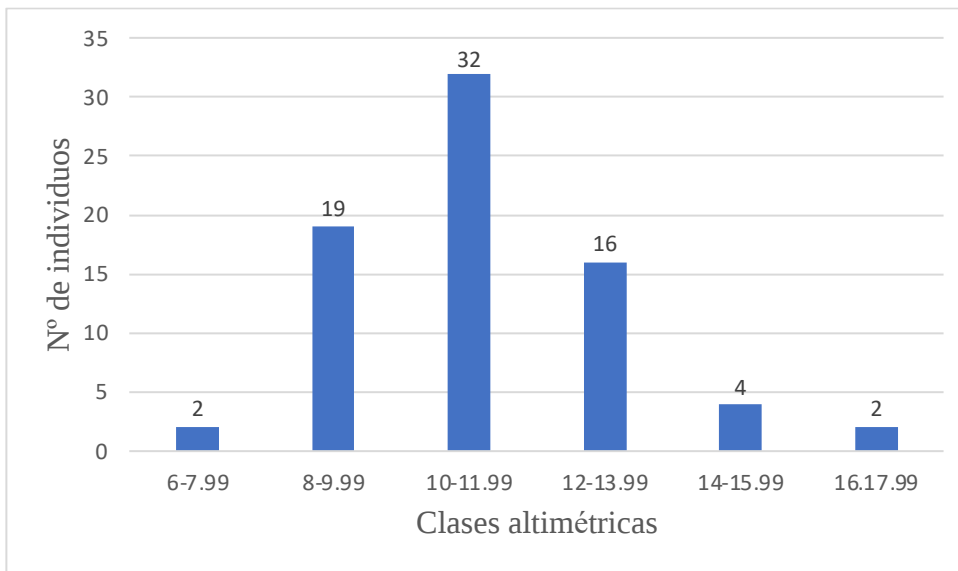


Figura 11. Clases altimétricas en *Pinus* spp., sitio El Chaparral, Santa María del Real.

5.3 Área basal

5.3.1 Área basal, sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

En el área basal calculada en el sitio El Chaparral en la gráfica muestra una concentración demasiada baja, esto se debe a que este lugar anteriormente se le había dado un aprovechamiento forestal y por cual este bosque esta en proceso de regeneración por lo cual muestra una cifra de 8.04 m^3 por hectárea de área basal, sin embargo el sitio La Sabaneta muestra una mayor concentración de área basal con un total de 29.60 m^3 por hectárea. El tercer sitio de estudio Colonia El Cacao, fue el lugar que mas área basal representa esto se debe que fue el lugar que mas individuos representó. Cabe mencionar que el unico sitio La Sabaneta es un bosque no intervenido lo que asegura la supervivencia de los Individuos (Fig. 10).

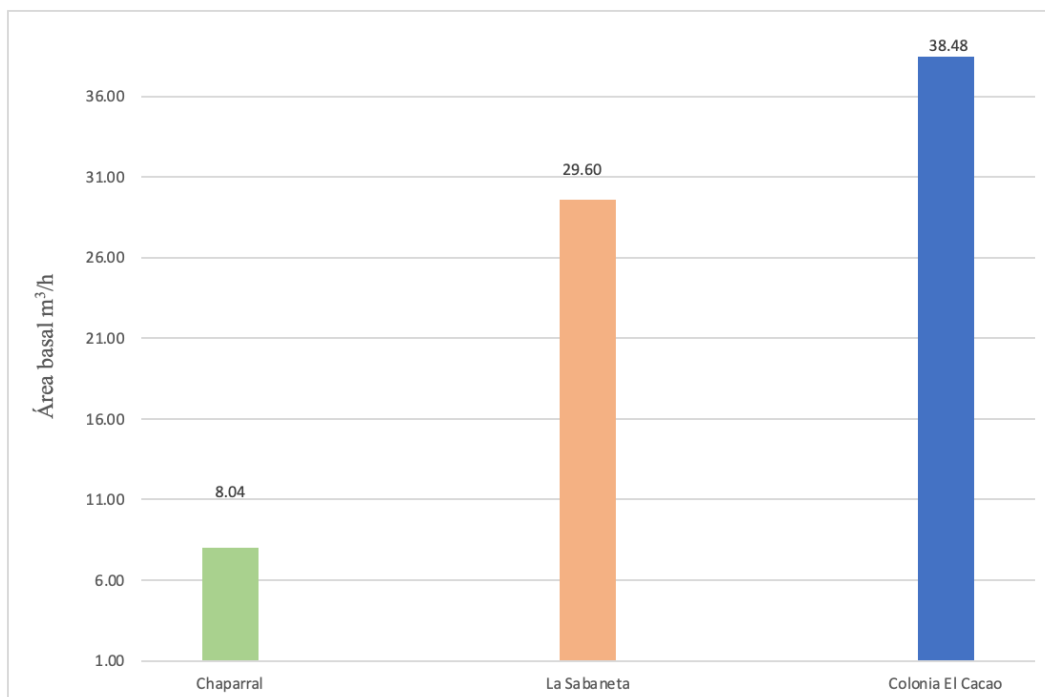


Figura 12. Área basal de *Pinus* spp., sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

5.4 Volumen de *Pinus* spp.

5.4.1 Volumen, sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

El sitio El Chaparral al igual que el área basal es lugar que menos volumen presenta debido a su proceso de regeneración, sin embargo el sitio La Sabaneta es el lugar que mas volumen presentó con un total de 246.40 m³ por hectárea esto se debe a que presentó una buena cantidad de individuos con alturas muy altas, seguido por el sitio Colonia EL Cacao con un volumen de 201.39 m³ por hectárea cabe mencionar que este sitio fue el que mas individuos presentó y en cuanto a volumen ocupa el segundo lugar ya que en este sitio las alturas comparadas con el sitio La Sabaneta fueron un poco menores (Fig. 11).

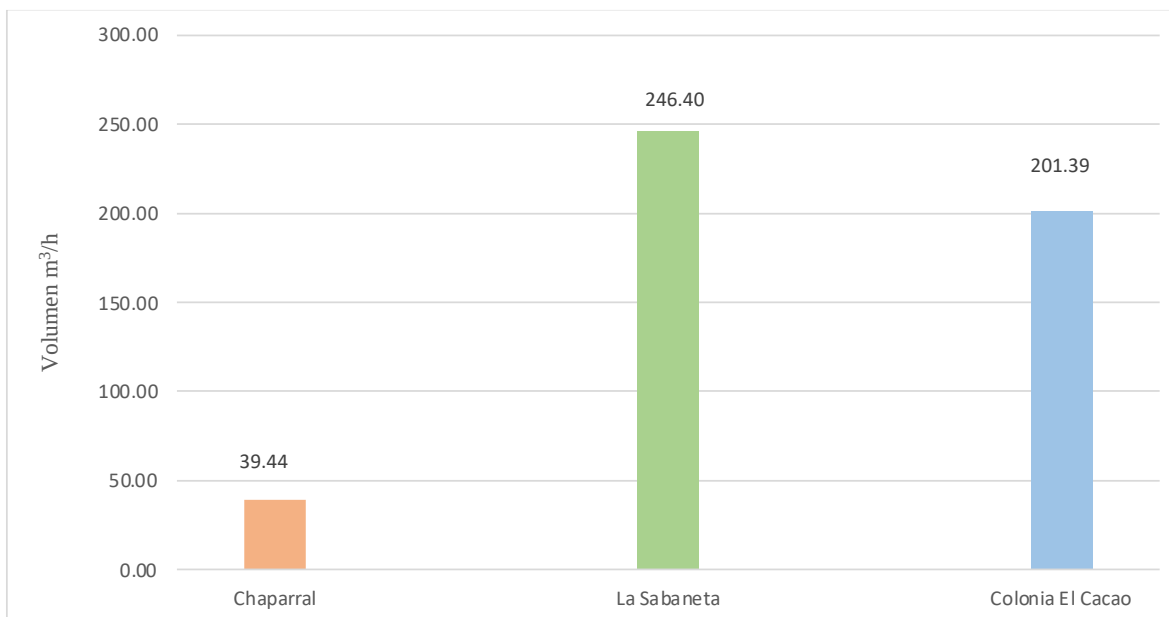


Figura 13. Volumen sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

5.5 Biomasa de *Pinus* spp.

5.5.1 Biomasa sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

El sitio de estudio El Chaparral en cuanto a biomasa fue el que menos presentó con 32.26 toneladas por hectárea, esto se debe a que este bosque recién se le había hecho un aprovechamiento forestal, sin embargo, el sitio La Sabaneta fue el que más biomasa presentó con un total de 201.50 toneladas por hectárea de biomasa, este sitio presentó más biomasa ya que es un sitio donde no se aprovecha la madera, pero se ocupa para otro fin como extracción de leña, seguido por el sitio Colonia El Cacao con una cantidad de biomasa de 164.70 toneladas por hectárea de biomasa (Fig. 16).

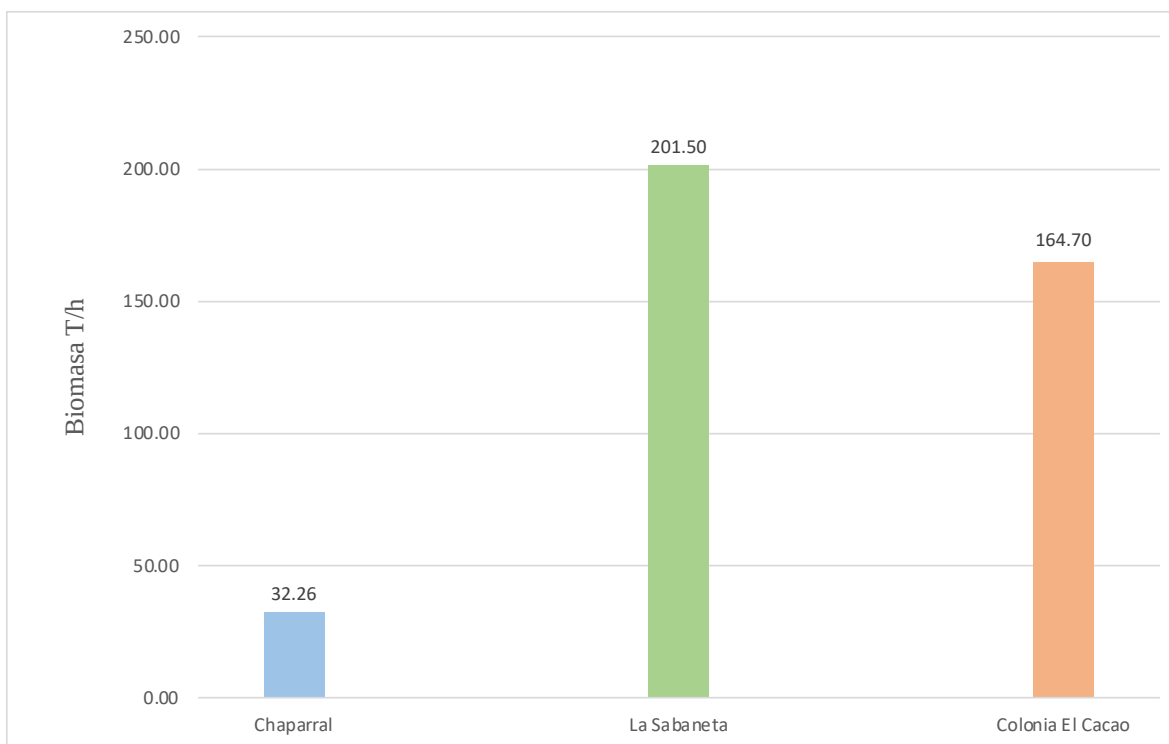


Figura 14. Biomasa por sitio de estudio, El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

5.6 Carbono en bosque de *Pinus* spp.

5.6.1 Carbono sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

En el bosque en El Chaparral se estimó el carbono dando como resultado 16.13 toneladas por hectárea esta cifra baja se debe a que en este lugar se le había dado un aprovechamiento forestal y se encuentra en proceso de regeneración, sin embargo, el sitio La Sabaneta fue el que más carbono presentó con un total de 100.80 toneladas por hectárea, cabe mencionar que este sitio no es intervenido para el aprovechamiento de madera y seguido por el sitio Colonia El Cacao con total de 82.35 toneladas por hectárea de carbono este sitio se caracteriza por ser un bosque en aprovechamiento forestal (Fig. 13).

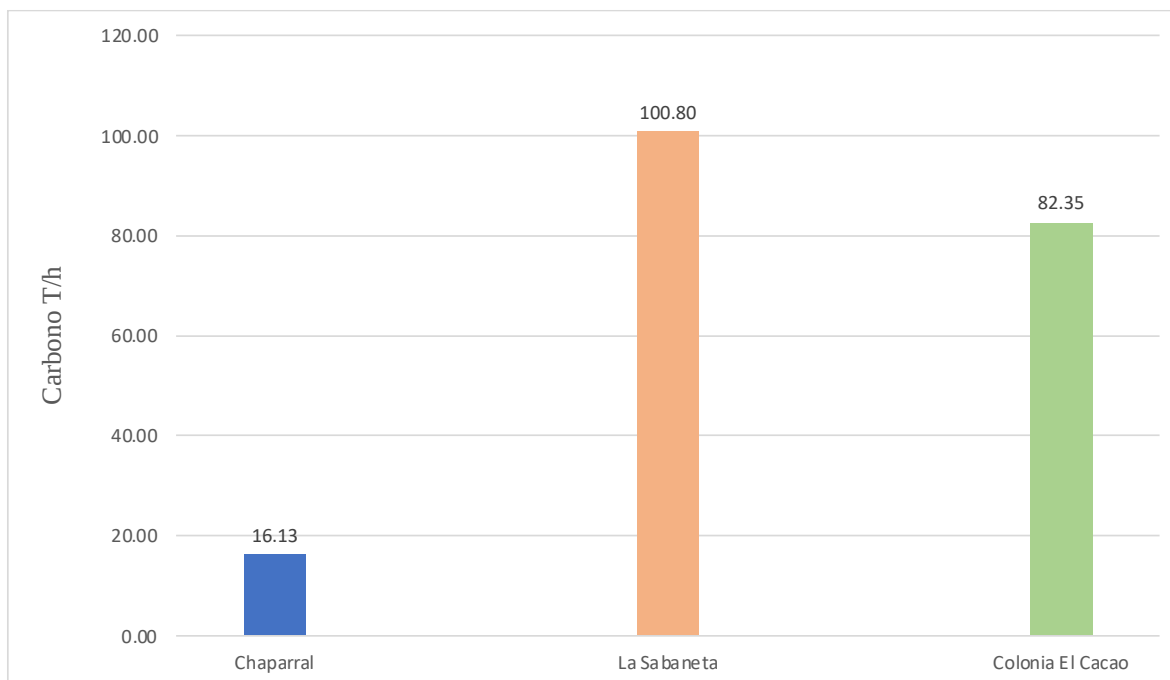


Figura 15. Carbono en bosque de *Pinus* spp., sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

5.7 Regeneración natural de *Pinus* spp.

5.7.1 Regeneración sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

En la figura 14 se observa el número total de individuos de cada sitio de estudio correspondiente en cuanto a la regeneración, el sitio El Chaparral, Santa María Del Real fue el que mas individuos presentó con un total 213, seguido por el sitio La Sabaneta, Catacamas con un total de 23 individuos, el ultimo sitio de estudio Colonia El Cacao solo presentó un total de 11 individuos cabe mencionar que los dos ultimos sitio de estudio fueron los que mas individuos presentaron con diámetros mayores a 10 cm.

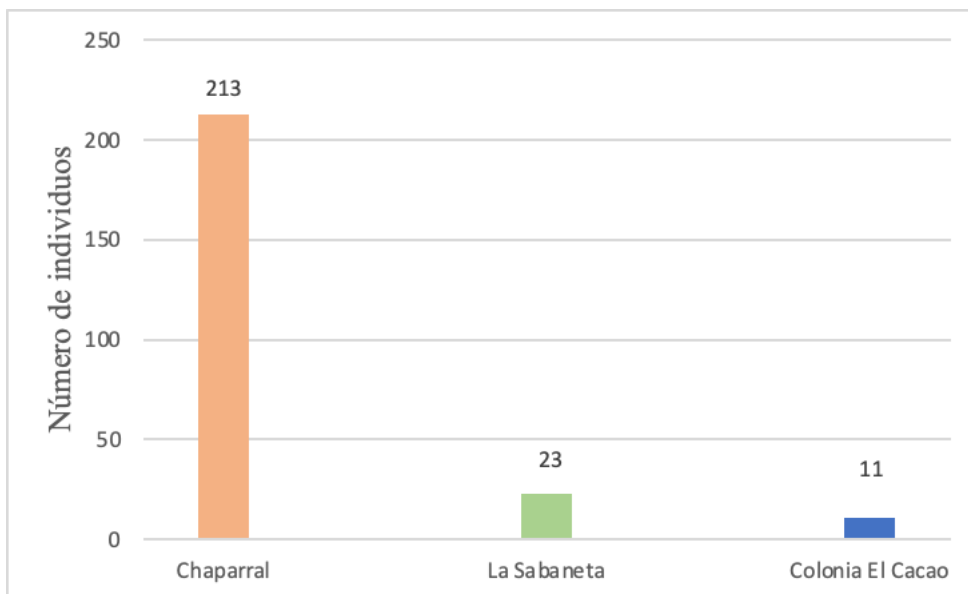


Figura 16. Número de individuos *Pinus* spp., sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

5.7.2 Altura promedio sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao

En cuanto altura promedio por sitio El Chaparral, Santa María Del Real fue el que mas altura presentó con un promedio de 6.2 m de altura seguida por Colonia El Cacao, Dulce Nombre De Culmí con una altura promedio de 5.52m y el sitio La Sabaneta, Catacamas fue el que menos altura presento con 5.29 m de altura (Fig. 15).

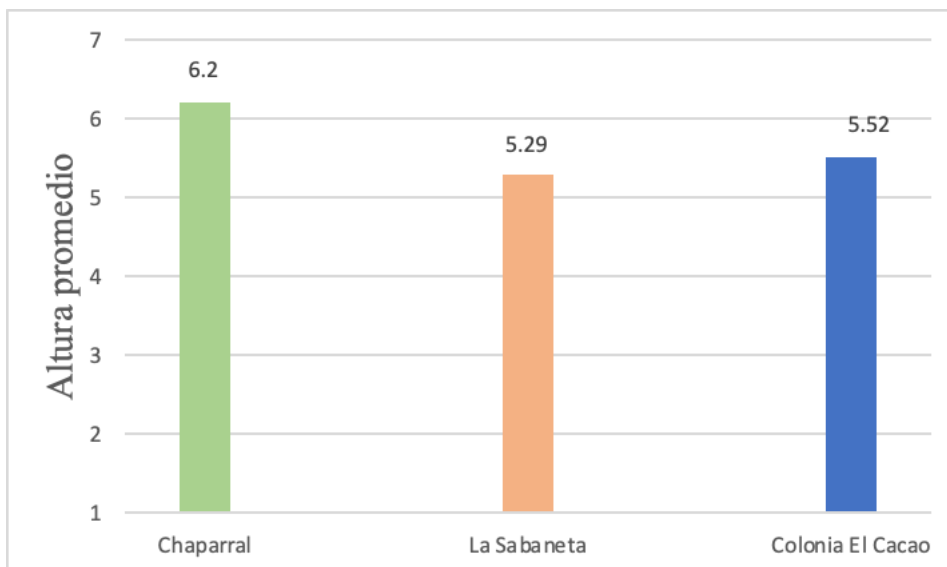


Figura 17. Altura promedio *Pinus* spp., sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

5.7.3 Diámetro promedio sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

En los tres sitios de estudio el diámetro promedio calculado el lugar Colonia El Cacao fue el que mas diametro promedio presentó con 6.06 cm seguido por La Sabaneta con un promedios de diámetro de 4.97 cm, sin embargo, El Chaparral presentó un promedio de 4.80 cm de promedio de diámetro (Fig. 16).

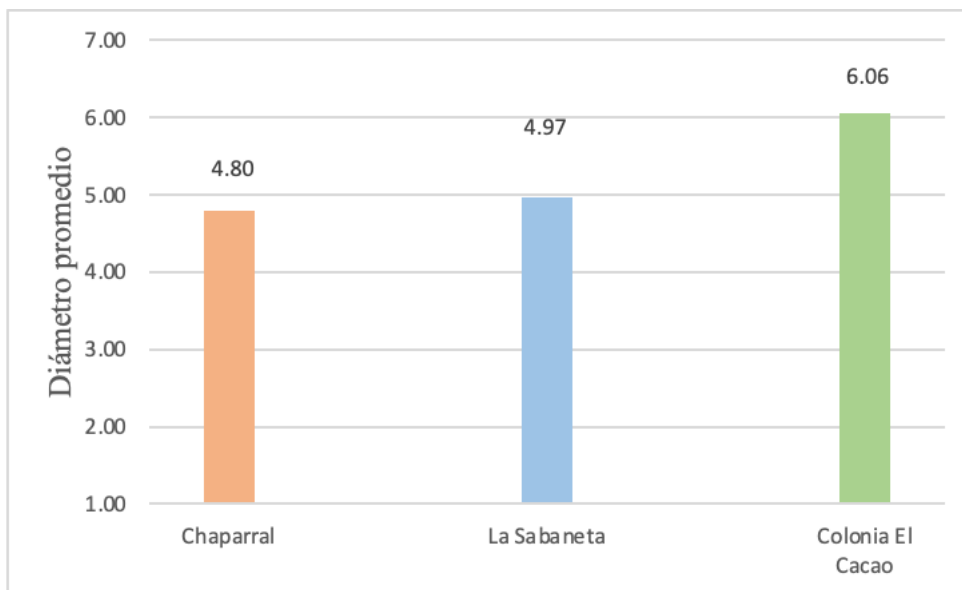


Figura 18. Diámetro promedio *Pinus* spp., sitio El Chaparral, La Sabaneta, La Colonia El Cacao.

5.8. Identificación taxonómica

5.8.1 Composición taxonómica a nivel de familia y nombre común

Cabe recalcar que el nombre común de algunas familias no se pudo identificar; sin embargo, se logró determinar las familias de dichas especies descritas en el Cuadro 1 para el área de estudio sitio La Colonia El Cacao.

Cuadro 1. Nombre común de las especies encontradas a nivel de sotobosque, sitio La Colonia El Cacao, Dulce Nombre de Culmí.

Nombre común	Familia
Pino	PINACEAE
	MELASTOMATACEAE
	SIMARAROUBACEAE
	MYRTACEAE
	SOLONACEAE
	MELANACEAE
Nance	BIRSONIMA MALPIGHIACEAE

En La Colonia El Cacao, a nivel de sotobosque se contabilizaron un total de 7 familias, este sitio a pesar de ser un lugar que se ocupa para pastoreo de animales mostró un buen número familias (Cuadro 1).

Por otro lado, en La Sabaneta, Catacamas, se encontró un total de 6 familias a nivel de sotobosque; sin embargo, este sitio mostró de igual manera un buen número de familias a pesar de ser un bosque en recuperación a nivel de sotobosque (Cuadro 2).

Cuadro 2. Nombre común de las especies encontradas a nivel de sotobosque, sitio La Sabaneta, Catacamas.

Nombre común	Familia
Pino	PINACEAE
	GRAMINEA
	PTERIDOFITAS
	MELASTOMATACEAE
	EUPHORBIACEAE
	FABACEAE FABOIDEAE

En el Cuadro 3 se muestran un total de 7 familias a nivel de sotobosque en el sitio El Chaparral en Santa María del Real; sin embargo, en este lugar de igual manera se registraron un buen número de familias dado que es un lugar ocupado para pastoreo de animales.

Cuadro 3. Nombre común de las especies encontradas a nivel de sotobosque, sitio El Chaparral, Santa María del Real.

Nombre Común	Familia
	GRAMINEA
	MELASTOMATACEAE
	MORACEAE
	SOLONACEAE
	ASTERACEAE
	MYRTACEAE
	PINACEAE
Pino	

VI. CONCLUSIONES

El establecimiento de parcelas de muestreo permanente en bosque de pino, en los tres sitios de estudio representa un paso fundamental en la comprensión de estos ecosistemas. Estos resultados preliminares no solo contribuyen al conocimiento inicial de los bosques de pino, sino que proporciona información para orientar investigaciones mas detalladas decisiones relacionadas con la gestión sostenible.

Tras completar el levantamiento de datos en los sitios de estudio, se obtuvo un panorama revelador de la distribución de los individuos, en Colonia El Cacao, Dulce Nombre De Culmí, presentó un total de individuos que destacó en comparación con los otros sitios, La Sabaneta, Catacamas y El Chaparral, Santa María Del Real, sin embargo, cabe destacar que el sitio El Chaparral mostró un recuento menor en comparación con los dos sitios de estudio, evidenciada por la alta presencia de árboles en regeneración. La variabilidad obseada en los tres sitios resalta la importancia de abordar cada área de manera única adaptando estrategias de manejo para garantizar la conservación efectiva y desarrollo equilibrado de los bosque de pino.

En el proceso de identificación taxonómica, se destaco un patron interesante en relacion a la diversidad de familias presentes en los sitios de estudio, la Sabaneta emergió como el lugar con una diferencia de una familia. Contrariamente los dos otros sitios de estudio exhibieron una cantidad similar de familias identificadas, sugiriendo una mayor homogenidad en la diversidad taxonómica. Este hallazgo resalta la resiliencia y estabilidad taxonómica de estos bosque específicos, a pesar de las variaciones ambientales y los desafíos inherentes al proceso de identificación taxonómica.

VII. RECOMENDACIONES

Darle seguimiento al proceso de investigación en las parcelas instaladas, mediante el monitoreo de los árboles, mediante mediciones anuales para determinar el incremento en altura, diámetro, área basal, volumen, biomasa, y carbono.

Se recomienda llevar a cabo un raleo de bosque de pino en el sitio de estudio El Chaparral, Santa María Del Real, esto se debe a la alta cantidad de regeneración presente, lo que está generando una fuerte competencia entre los individuos. Actualmente, los árboles están creciendo en altura, pero sus diámetros son bajos.

Se sugiere la Instalación de parcelas de muestreo permanente en áreas de bosque de pino, en sitios que no hayan experimentado intervenciones humanas ni presencia de animales de pastoreo. Esto permitiría realizar comparaciones significativas con bosques de pino intervenidos, brindando una oportunidad para entender y evaluar los impactos de las actividades humanas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

(INE), IN de E. 2018. Cobertura forestal (2014-2018) (en línea). . Disponible en <https://www.ine.gob.hn/V3/imag-doc/2021/09/Cobertura-Forestal-2016-2020.pdf>.

Acosta, VH; Araujo, A; Iturre, MC. 2006. Caracteres Estructurales de las masas. :35.

Ajbilou, R; Marañón, T; Arroyo, J. 2003. Distribución de clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos. Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales 12(2):111–123.

Andrade, E; Bone, B; Castillo, G; Erazo, E; Moreno, A; Morales, A; Cortez, C. 2018. Establecimiento de parcelas en la materia de mensura forestal en el bosque mtilde de la UTELVT. :16.

Ávila, MZ. 2010. Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica. Instituto Tecnológico De Costa Rica Escuela De Ingeniería Forestal :129.

Bastiaan; Louman; David; Quirós; Nilsson; Margarita. 2018. Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con Énfasis en America Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica 9:265. Disponible en <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/handle/11554/3971>.

Bawa, K; Dayanandan, S. 1998. Cambio Climático Global y Bosque Tropical Recursos genéticos. Cambio Climático. Ciencia medioambiental 9:473–485.

C, ENH; Baker, TR. 2010. Manual para el monitoreo el ciclo del carbono en bosques amazónicos (en línea). Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana / Universidad de

Leeds. 9:1–54. Disponible en <https://core.ac.uk/display/249331916>.

Caal, CG; Salazar, ME. 2010. [COMARCA EMBERA-WOUNAAN] Por : Revisión : Carlos Gómez Caal Mauro E Salazar Panamá Febrero del 2010 Tabla de contenido Índice de Cuadro Índice de figuras. .

Chinchilla, LR; Méndez, AL; Toruño, HS; Flores, WM; Elizondo, AIB; Sánchez, LGH. 2019. Estimación de la biomasa y carbono almacenado en un bosque primario intervenido de la zona protectora “El Rodeo”, Costa Rica (en línea). Revista Cubana de Ciencias Forestales (3):341–353. Disponible en <http://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/464>.

Contreras, F; Leño, C; Licona, JC; Dauber, E; Gunnar, L; Hager, N; Caba, C. 1999. Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs). Santa Cruz, Bolivia. Bolfor :60.

FAO. 2004. Inventario forestal nacional. Manual de campo (en línea). Programa de Evaluación de los Recursos Forestales. Documento de trabajo 94/S :89. Disponible en <https://www.fao.org/3/ae578s/ae578s.pdf>.

FAO. 2010. EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS FORESTALES MUNDIALES.

FAO; Navarro, G. 2020. Tiene Honduras el potencial para ser la Finlandia de Mesoamérica.

Flórez, E; Mairena, R. 2005. Diagnostico de la situacion forestal en bosques de pino en Honduras. :87.

Gasparri, I; Manghi, E. 2004. Estimación de volumen, biomasa y contenido de carbono de las regiones forestales Argentinas (en línea). ... De Bosques, ... :1–26. Disponible en http://www.foroiberoamericano.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/volumen_biomasa_carbono.pdf.

Gordo, JFA. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de popayan. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Grupo de Investigación TULL. 1:8.

GORDO, OFA. 2009. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN BOSQUE NATURAL LOCALIZADO EN ZONA RURAL DEL MUNICIPIO DE POPAYÁN. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial 7.

Grandón, AV; Donoso, PJ; Gerding, V. 2018. Degradacion Forestal. .

Groothusen, C. 2000. Programa de manejo de los recursos naturales renovables de la cuenca el cajon. .

Guaviare, SJ del. 2010. Meta 8.2. Establecer parcelas de investigación y seguimiento. :1–49.

H, L. 1990. Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. .

Hancock, L. 2019. La degradación de los bosques: por qué afecta a las personas y la vida silvestre. .

ICF. 2020. Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal , Áreas Protegidas y Vida Silvestre. 34.

2020. Propuesta Nivel de Referencia Forestal de Honduras Enero , 2020.

INAB, IN de B. 2012. Guia para el establecimiento, monitoreo y rehabilitación de parcelas permanentes de medición forestal en bosques naturales de coníferas. 9:42.

Joyas, MIV; Vega, ACL; Camacho, RL; Galeano, G; Dávila, EÁ; Álvarez, WD. 2005. Serie : Métodos para estudios ecológicos a largo plazo ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS PERMANENTES VOLUMEN. 1(August 2018):310.

Juan, PMD; Vela, JMM. 2010. FORESTAL Mesozonificación Ecológica y Económica para el Desarrollo. .

Mariscal, E; Martinez, R; Haguiwara, T; Martinez, D. 2000. Manual de Manejo de Bosques Naturales. :16.

Matteucci, SD; Colma, A. 2002. Metodología para el estudio de la vegetación / por Silvia D . (en línea). Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. 22(22):165. Disponible en https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Matteucci-2/publication/44553298_Metodologia_para_el_estudio_de_la_vegetacion_por_Silvia_D_Matteucci_y_Aida_Colma/links/553a55fd0cf245bdd763f4ab/Metodologia-para-el-estudio-de-la-vegetacion-por-Silvia-D-Matteucc.

Parra, EFP. 2012. ELABORACION DE UNA LINEA BASE PARA DETERMINAR EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE LAS PLANTACIONES DE Pinus pátula y Pinus radiata EN LA HACIENDA SAN JOAQUIN DE AGLOMERADOS COTOPAXI S.A (ACOSA) (en línea). . Disponible en [http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2214/1/33T0104 PAGUANQUIZA EDWIN.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2214/1/33T0104_PAGUANQUIZA_EDWIN.pdf).

Quijandría, LP y G. 1997. Sector forestal en Honduras: análisis de sostenibilidad (en línea). Centro Latinoamericano para la Competitividad y el Disponible en <http://www.incae.edu/es/clacds/publicaciones/pdf/cen740.pdf>.

Quintana, ED. 2018. Análisis estructural del bosque reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva mediante parcelas permanentes de medición (en línea). Universidad Nacional Agraria de la Selva Escuela de Posgrado Maestría en Ciencias en Agroecología . Disponible en <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1566>.

R, MOV. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. 9.

Rojas, OWF. 2015. Protocolo para el establecimiento y medición de parcelas de monitoreo permanente (PMP) en bosque de Pino de Honduras. :1–78.

Salazar, R. 1989. Guia_para_la_investigacion silvicultural de especies de usu multiple (en línea). . Disponible en https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2271/Guia_para_la_investigacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Santos, NR. 2013. Guía para la cuantificación de la biomasa y el carbono forestal, generación de modelos y uso de herramientas para su estimación. CAR: Gestión ambiental 9:6–56.

Umaña, N de los ÁL; Flores, JC; Licona, JR. 20022. Escuela Agrícola Panamericana , Zamorano Departamento de Ambiente y Desarrollo Ingeniería en Ambiente y Desarrollo.

Valerio, J; Salas, C. 1998. SELECCION DE PRACTICAS SILVICULTURALES PARA BOSQUES TROPICALES. Selecclon de PractIcas SIIVlculturales 1 .

Vega, AA; Rivas, SC; Rivas, JJC; Aranda, UD. 2022. Modelación de las estructuras diamétricas en bosques naturales de Pueblo Nuevo, Durango (en línea). 13. Disponible en <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/1187/3196#:~:text=Las distribuciones diamétricas son un,que pueden obtenerse del bosque.>

Venegas, JMB. 2000. Caracterización de la estructura vertical y horizontal en bosques de pino-encino (en línea). Universidad Autónoma de Nuevo León :117. Disponible en <http://eprints.uanl.mx/7749/1/1020136368.PDF>.

ANEXOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ANEXOS 1. Formulario para el registro de datos de campo de la PMP.

[illegible]

ANEXOS 2. Formulario para el registro de los datos de la regeneración.

[illegible]

ANEXOS 3. Instalación de las parcelas de muestreo permanente (PMP).



ANEXOS 4. Enumeración de árboles



ANEXOS 5. Mediciones dasometricas



ANEXOS 6. Identificación taxonómica

