

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PARCELAS DE MUESTREO
PERMANENTE (PMP) DE CAOBA (*Swietenia humilis*) Y CEDRO (*Cedrela odorata*)
EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIO, EN FINCA EL
COYOL, ALDEA EL COYOL, CAMPAMENTO, OLANCHO**

POR

ANGEL DANIEL FUNEZ ZALDIVAR

TESIS



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS C.A.

DICIEMBRE, 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

ESTABLECIMIENTO Y EVALUACIÓN DE PARCELAS DE MUESTREO
PERMANENTE (PMP) DE CAOBA (*Swietenia humilis*) Y CEDRO (*Cedrela odorata*)
EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIO, EN FINCA EL
COYOL, ALDEA EL COYOL, CAMPAMENTO, OLANCHO

POR

ANGEL DANIEL FUNEZ ZALDIVAR

JORGE DAVID ZUNIGA, M.S.c.
ASESOR PRINCIPAL, UNAG

TESIS

**PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS NATURALES**

CATACAMAS,

OLANCHO

DICIEMBRE, 2023

DEDICATORIA

A DIOS TODO PODEROSO, por brindarme la salud, fortaleza y guiar mis pasos por el buen camino para cumplir un sueño y una meta más en mi vida.

A mi padre Angel Funez y a mi madre Mercedes Zaldivar por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mis hermanos y hermanas por el estímulo y el apoyo incondicional en todo momento, y por ser ellos la inspiración para finalizar este proyecto.

Un agradecimiento muy especial a mi hermano Alexi, Funez, Jiuver Funez, Elsy Funez y Nelson Funez por todo el apoyo brindado durante el transcurso de mis estudios, gracias por confiar en mí.

Las personas más importantes en mi vida, mi amada esposa Marian Solís y mi querida hija **Danna Victoria**. Su amor, paciencia y apoyo constante han sido mi mayor motivación en este viaje académico. Gracias por ser mi fuente de inspiración y por estar a mi lado en cada paso del camino. Este es un tributo a ustedes y a nuestro amor inquebrantable. ¡Las amo!

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la sabiduría y fuerza para culminar esta etapa académica.

A mi Alma Mater la Universidad Nacional de Agricultura por haberme acogido estos cuatro años y permitirme culminar mis estudios universitarios.

A mi asesor principal M.Sc. David Zuniga por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar hasta esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos.

A mis asesores auxiliares M.Sc. Gerardo Jahir Lagos y M.Sc. Ana Mireya Suazo por su exigencia. Agradezco su apoyo brindado y conocimientos impartidos.

A mis primos (as) Roque Murillo, Sady Zaldívar, Merlin Banegas, Damari Banegas, Eliezer Murillo y Rudy Murillo, también a los tíos Martín y Rufo Almendárez por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo que me brindaron a lo largo de esta etapa, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

Un infinito agradecimiento a mi amigo Carlos Solís tu amistad y apoyo inquebrantable han sido fundamentales en este viaje académico.

Un agradecimiento especial a mis suegros por su cariño y apoyo incondicional a lo largo de esta etapa. Su bondad y apoyo significan mucho para mí.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTADO DE ANEXOS	vii
I. INTRODUCCIÓN	2
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos Específicos	3
III. REVISIÓN DE LITERATURA	1
3.1. Definiciones y conceptos de la agroforestería	1
3.1.1. Principios de la agroforestería	4
3.2. Importancia de los sistemas agroforestales	4
3.2.1. Servicios eco-sistémicos de los SAF	4
3.2.2. Productividad de los SAF de café	5
4.3. Características de los sistemas agroforestales	5
4.3.1. Productividad de los SAF de café	6
4.3.2. Sistemas agroforestales con café	6
4.4. Sistemas de producción	7
4.5. Plantaciones forestales en sistemas de producción	7
4.6. Importancia de los sistemas silvopastoriles	7
4.6.1. Interacciones presentes en los sistemas silvopastoriles	8
4.6.2. Cantidad y calidad nutricional de la biomasa en un sistema silvopastoril	8
4.8. Plagas y enfermedades	9
4.8.1. Plagas:	9
4.8.2. Enfermedades	9
4.9. Generalidades del cedro	10
4.9.1. Taxonomía	10
4.9.2. Condiciones ambientales	10
4.9.3. Usos	10
4.10. Generalidades de la Caoba	10
4.10.1. Taxonomía	10
4.10.2. Condiciones ambientales	11
4.10.3. Usos	11

4.11.	Educación ambiental	11
IV.	MATERIALES Y MÉTODO	12
4.1.	Descripción de la zona de estudio.	12
4.2.	Materiales y equipo.	13
4.3.	Método de la Investigación.	13
4.3.1.	Fase preliminar	13
4.3.2.	Fase de campo	15
4.3.2.1.	Medición.....	16
4.4.	Variables a evaluar	16
4.4.1.	Altura.....	16
4.4.2.	Diámetro del tallo.....	16
4.5.	Programa de educación ambiental.....	16
4.5.1.	Programa Ambiental	16
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
5.1.	Elaboración de bocashi.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2.	Establecimiento de las parcelas.....	18
5.2.1.	Sistema silvopastoril:	18
5.2.2.	Parcela silvopastoril	18
5.2.3.	Sistema agroforestal.....	21
5.3.	Programa de educación ambiental.....	26
VI.	CONCLUSIONES.....	33
VII.	RECOMENDACIONES	34
	BIBLIOGRAFIA.....	35
	ANEXOS.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	12
figura 2 Sistema silvopastoril_	14
Figura 3 Diseño del sistema agroforestal	14
Figura 4. Diámetro de las plantas de Cedrela odorata y Swietenia humilis en el sistema silvopastoril después de haber terminado de establecer la parcela.....	19
Figura 5. Altura de las plantas de Swietenia humilis y Cedrela odorata después de haber establecido la parcela silvopastoril.	19
Figura 6. Relación diámetro y altura de Cedrela odorata en el sistema silvopastoril a un mes de haber establecido la parcela.....	20
Figura 7. Relación de diámetro y altura de Swietenia humilis en el sistema silvopastoril a un mes de haber establecido la parcela.	20
Figura 8. Medición del diámetro de las plantas de Cedrela odorata y Swietenia humilis en el sistema agroforestal.	21
Figura 9. Rangos de altura de Cedrela odorata y Swietenia humilis en el sistema agroforestal después de haber establecido la parcela	22
Figura 10. Relación de diámetro y altura de Cedrela odorata en el sistema agroforestal a un mes de haber establecido la parcela.....	23
Figura 11. Relación de diámetro y altura de Swietenia humilis en el sistema agroforestal a un mes de haber establecido la parcela.	23
Figura 12. Diámetro promedio de la parcela agroforestal y silvopastoril en la comunidad de El Coyol, Campamento, Olancho.	24
Figura 13. Altura promedio de la parcela agroforestal y silvopastoril medida después de haberse establecido los sistemas.....	25
Figura 14. Diámetro de caoba y cedro en el sistema agroforestal y el sistema silvopastoril en parcelas de muestreo permanente.	25
Figura 15. Rangos de altura de las dos especies en el sistema agroforestal y silvopastoril habiendo echo la medición al terminar de establecer las parcelas	26
Figura 16. Tiempo en que los productores han estado involucrados en la producción en la zona de El Coyol.....	27
Figura 17. Conocimiento de los productores de la zona del Coyol sobre arborización	28

Figura 18. Interés de los productores en implementar técnicas de arborización en los sistemas de producción.....	28
Figura 19. Tiempo disponible para la implementación del programa.....	29
Figura 20. Opinión de los productores y productoras sobre la importancia del agua en la producción agrícola.	30
Figura 21. Disposición de los productores y productoras para asistir a charlas y talleres.	30
Figura 22. Interés de los productores en que se establezca el programa de educación ambiental.	31
Figura 23. Especies forestales que son de interés para los productores de la aldea El coyol y alrededores.....	32

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1. Formulario para la recopilación de datos.....	41
Anexo 2. Formulario para el programa de educación ambiental dirigido a productores de la zona de la aldea El Coyol	42
Anexo 3. Elaboración de bocashi	44
Anexo 4. Marcaje del sistema agroforestal y silvopastoril	45
Anexo 5. Siembra de las plántulas	46
Anexo 6. Medición de las plantas	47
Anexo 7. Encuestas a los productores	48
Anexo 8. Diseño de estrategia de educación ambiental para arborización en sistemas de producción agropecuaria.....	49

FUNEZ ZALDIVAR, A, F. 2023. Establecimiento y evaluación de parcelas de muestreo permanente (pmp) de caoba (*Swietenia humilis*) y cedro (*Cedrela odorata*) en dos sistemas de producción agropecuario, en finca el coyol, aldea el coyol, campamento, Olancho. Tesis. Ing. Gestión integral de los recursos naturales, Catacamas, Olancho, HN, UNAG.

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en una finca privada en la aldea El Coyol, Campamento, Olancho, Honduras, con el propósito de establecer y evaluar dos parcelas de muestreo permanente (PMP) de caoba (*Swietenia humilis*) y cedro (*Cedrela odorata*) en dos sistemas de producción agropecuaria diferentes. Las parcelas se ubicaron en un sistema agroforestal y en un sistema silvopastoril con especies mixtas de caoba y cedro. Después de su establecimiento, se procedió a medir el diámetro y la altura de las plantas para recopilar datos que serán útiles en investigaciones futuras. Se calculó el promedio del diámetro y la altura en ambos sistemas de producción teniendo diámetros de 0.26, 0.3, 0.35 y 0.36.

Adicionalmente, se diseñaron estrategias para implementar un programa de educación ambiental dirigido a los productores de la zona, con el objetivo de fomentar la arborización en las zonas productivas. El éxito en el establecimiento de las parcelas en sistemas agroforestales y silvopastoriles se atribuye a una baja tasa de mortalidad, influenciada por técnicas de plantación y condiciones climáticas favorables durante la temporada de lluvias.

Se destaca que la comunidad de El Coyol muestra un interés significativo en la implementación de técnicas de arborización en sus zonas productivas, lo cual proporciona un contexto relevante para el diseño de un programa educativo.

Palabras claves: Parcelas de muestreo permanente (PMP), Caoba (*Swietenia humilis*), Cedro (*Cedrela odorata*), Sistema agroforestal, sistema silvopastoril, Diámetro, altura, programa de educación ambiental, arborización

I. INTRODUCCIÓN

La interacción entre la agricultura y la silvicultura ha sido objeto de creciente interés en la búsqueda de sistemas productivos más sostenibles. Los sistemas agroforestales, que combinan estratégicamente especies forestales y agrícolas, representan un enfoque integral para alcanzar la sustentabilidad en los ciclos productivos (Chinchilla-Mora *et al*, 2021). Este estudio se centró en la evaluación de la viabilidad del establecimiento de plantaciones forestales de caoba (*Swietenia humilis*) y cedro (*Cedrela odorata*) en dos sistemas de producción agropecuaria

La importancia de la arborización en estos sistemas no solo se vincula con la producción de madera, sino también con su papel crucial en la recarga hídrica de microcuencas. La retención de agua en el suelo, la regulación del ciclo hidrológico y la mitigación de la evaporación se destacan como beneficios asociados con la presencia de árboles en estos entornos, promoviendo así prácticas sostenibles que contribuyen a la conservación del agua y la protección ambiental (Pantera et al. 2021).

No obstante, el establecimiento y manejo de plantaciones de caoba y cedro plantean desafíos específicos, dados sus altos requerimientos de luz y nutrientes, así como los riesgos asociados con plagas y enfermedades. (Vera, 2016). En este contexto, esta investigación realizada tuvo como propósito medir el crecimiento y desarrollo de estas especies en sistemas agroforestales, y silvopastoriles con el objetivo de proporcionar conocimientos fundamentales para mejorar las prácticas en el sector forestal y agropecuario. Los resultados obtenidos no solo contribuirán al entendimiento de la viabilidad de estas plantaciones, sino que también ofrecerán conocimientos prácticos y sostenibles.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Establecer y evaluar dos parcelas de muestreo permanente (PMP) de caoba (*Swietenia humilis*) y cedro (*Cedrela odorata*) en dos sistemas de producción agropecuaria, en finca privada de la aldea El Coyol, Campamento, Olancho.

2.2. Objetivos Específicos

Establecer dos PMP de caoba (*Swietenia humilis*) y cedro (*Cedrela odorata*) en dos sistemas de producción; café y pasto.

Medir las plántulas de caoba (*Swietenia humilis*) y cedro (*Cedrela odorata*) en dos PMP en sistemas de producción.

Diseñar un programa de educación ambiental dirigido a productores y productoras de la zona, para la promoción de la arborización en sistemas de producción agropecuarios.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Definiciones y conceptos de la agroforestería

Somarriba (1990), Afirma que la agroforestería es una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen tres condiciones fundamentales: 1) la existencia de al menos dos especies de plantas que interactúan biológicamente, 2) la presencia de al menos una especie leñosa perenne como componente, y 3) el cultivo de al menos una especie vegetal con fines agrícolas.

Según Visscher (2022), define la agroforestería como sistemas agrícolas que combinan actividades agrícolas y forestales; implican el manejo integrado de especies arbóreas, cultivos y/o animales dentro de una misma unidad de manejo, tanto en el espacio como en el tiempo, para explotar sus interacciones ecológicas, económicas y sociales.

La agroforestería se conoce como un sistema de gestión ecológica de los recursos naturales mediante la introducción de cultivos en los bosques o la plantación de árboles en tierras agrícolas (Pérez, 2021).

Saborío (2016) deduce que, actualmente, en sistemas convencionales de cultivo en nuestro país, todas las áreas de bosques y especies de plantas no relacionadas al cultivo son eliminadas durante la preparación del terreno. Esto tiene como consecuencia la pérdida de diversidad de plantas y fauna que dependen de ella. Esta práctica por sí sola no representa la sostenibilidad ecológica.

3.1.1. Principios de la agroforestería.

Los sistemas agroforestales utilizan la tierra al máximo. Cada parte de la tierra se considera apropiada para plantas útiles. Los árboles en los sistemas agroforestales también tienen usos importantes, tales como fijar el suelo contra la erosión y mejorar su fertilidad (mediante la fijación de nitrógeno o la extracción de minerales desde la profundidad en el suelo y depositarlos a través de la caída de las hojas). Los sistemas agroforestales pueden pensarse como partes principales del sistema agrícola mismo, el que contiene muchos otros subsistemas que juntos definen una forma de vida (Motis, 2007).

3.2. Importancia de los sistemas agroforestales

Agroforestal “árboles en terrenos de cultivo”, una alternativa para lograr tal propósito por ser una forma de uso de la tierra en el que árboles forman una combinación espacial y temporal con cultivos agrícolas (Miranda *et al.*, 2005), con la finalidad de reducir los riesgos e incrementar la productividad total, mediante una integración estable y sostenible de sus componentes.

3.2.1. Servicios eco-sistémicos de los SAF

Muchos tipos de procesos ecológicos sostienen la biodiversidad, incluidos los procesos climáticos, la productividad primaria, los procesos hidrológicos, la formación de hábitats biofísicos, las interacciones entre especies, los movimientos de organismos y los regímenes de perturbación natural (Gil-Palacio, 2020). Los agroecosistemas cafeteros se han convertido en un ejemplo en el estudio de la relación entre la agricultura y su contribución a la conservación de la biodiversidad, y entre la diversidad de especies y la oferta de servicios ecosistémicos al sector agropecuario.

3.2.2. Productividad de los SAF de café

Los sistemas agroforestales que utilizan café tienen el potencial de armonizar la producción y los objetivos ambientales relacionados. Potencial para fomentar una mayor diversificación integración de SAF en productos, paisajes, corredores biológicos de plantas y animales, almacenamiento y secuestro de carbono, microclima adecuado para animales. Reciclaje de nutrientes para árboles biomasa, mayor equilibrio entre organismos vivos, menos dependencia de la entrada factores externos y mejores formas de adaptarse a ellos cambio climático (Montagnini *et al.*, 2013).

4.3. Características de los sistemas agroforestales

Recalde-Rosero (2022) considera que la presencia de árboles provee a los sistemas agroforestales algunas características que favorecen a la productividad y la sostenibilidad; las principales características son:

Productividad: La mayoría de los sistemas agroforestales apuntan a mantener o aumentar la producción, así como la productividad. La agroforestería puede mejorar la productividad

Continuidad: Al conservar el potencial de producción como base del recurso, en función de los efectos benéficos de los árboles sobre el suelo. La agroforestería puede alcanzar y mantener indefinidamente los objetivos de la conservación y de la fertilidad del suelo.

Adopción El hecho que la agroforestería sea relativamente una nueva palabra para un viejo sistema de prácticas, en muchos casos, es aceptada por la comunidad agrícola; no obstante, esto implica el mejoramiento de las tecnologías agro silvícolas y que la introducción de nuevas áreas a la agroforestería, deben ajustarse a las prácticas agrícolas locales.

Resiliencia. Los autores desarrollaron esta definición de trabajo: La resiliencia es una medida de la adaptabilidad del bosque a una variedad de tensiones y refleja la integridad funcional del ecosistema (North *et al.*, 2022).

4.3.1. Productividad de los SAF de café

Los sistemas agroforestales que utilizan café tienen el potencial de armonizar la producción y los objetivos ambientales relacionados. Potencial para fomentar una mayor diversificación integración de SAF en productos, paisajes, corredores biológicos de plantas y animales, almacenamiento y secuestro de carbono, microclima adecuado para animales. Reciclaje de nutrientes para árboles biomasa, mayor equilibrio entre organismos vivos, menos dependencia de la entrada factores externos y mejores formas de adaptarse a ellos cambio climático (Montagnini *et al.*,2013).

4.3.2. Sistemas agroforestales con café

González-Rojas *et al.* (2017) Considera que la madera del Sistema Agroforestal (SAF) es una excelente alternativa para la diversificación productiva y el ingreso de los productores. La madera de cedro (*Cedrela odorata*) se usa comúnmente en los sistemas agroforestales de café en las regiones del país. Como opción para mejorar los ingresos de los productores y dar sombra a los cultivos.

La incorporación de árboles a las plantaciones de café ha sido estudiada en relación a los beneficios que recibe el café, que se beneficia de ambos factores, particularmente en cuanto a la fotosíntesis, balance hídrico, nutrición, producción, etc. En el café SAF, la presencia de sombra no solo promueve el secuestro de carbono, sino que incluso reduce la temperatura del suelo (Castro-Solís, 2017).

Teniendo en cuenta a Gonzales-Rojas (2017), actualmente es común encontrar sistemas agroforestales de café, lo cual contribuye a la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático. Además, puede representar una opción atractiva para mejorar la competitividad del producto y generar ingresos adicionales con especies forestales de alto valor comercial como el cedro (*Cedrela odorata*).

4.4. Sistemas de producción

Según Jiménez-Boulangier (1990), un sistema de producción se refiere a las actividades de planificación, organización, dirección, integración, control y evaluación del proceso de producción para asegurar el costo, la calidad, la cantidad y el tiempo apropiados. Hay dos reglas generales para los sistemas de producción. El sistema de producción progresa desde la fabricación de un solo producto hasta la fabricación basada en el flujo, siendo esta última la más avanzada. La aplicación correcta y sistemática de los principios pertinentes reduce las limitaciones de producción.

Empleando las palabras de López (2008), la inclusión de árboles en los sistemas de producción agrícola o pecuario denominados sistemas agrosilvopastoriles aprovecha y optimiza la superficie productiva, conservándola y mejorándola, participando con ello en el desarrollo económico y social.

4.5. Plantaciones forestales en sistemas de producción

Umaña-Picado (2010) considera que “se puede reconocer a las plantaciones como una actividad que democratiza la economía, hay un mejoramiento notorio de la calidad de vida de una gran cantidad de familias campesinas, por medio del reparto de recursos a través de toda la cadena productiva. Es bien reconocida la relación directa que las plantaciones forestales presentan ante el desarrollo social, ambiental y económico”.

4.6. Importancia de los sistemas silvopastoriles

En Honduras, los sistemas de producción, ya sea de leche o de ganado, son de suma importancia para el país, ya que proporcionan bienes de consumo y generan empleo. Sin embargo, es crucial que estas actividades sean sostenibles. La producción ganadera, en particular, enfrenta preocupaciones ambientales, ya que se ha relacionado con la degradación de los ecosistemas debido a la creación de pastizales, principalmente a través de la ganadería extensiva.

La agricultura y la ganadería tienen una alta contribución, al calentamiento global, debido a los métodos poco eficientes empleados para incrementar la producción de alimentos. Como consecuencia, se agudiza la sequía se agudiza la sequía y los eventos meteorológicos, lo cual pone a este sector en alto riesgo frente al cambio climático (Milera, 2013).

De acuerdo con Vallejo-Quintero (2013), se afirma que con los sistemas silvopastoriles permiten aumentar la calidad del suelo, mejorando su fertilidad, retención de agua y disminuyendo la susceptibilidad a la compactación, erosión y pérdida de nutrientes a cuerpos de agua.

4.6.1. Interacciones presentes en los sistemas silvopastoriles

Espinoza (2005) agrega que los sistemas silvopastoriles incluyen plantas leñosas perennes, vegetación herbácea, ganado vacuno u ovino y tierra. Estos cuatro componentes están secuencialmente inmersos en el marco climático regional, que, junto con los aspectos sociales, económicos y culturales de los productores, pueden influir en gran medida en la respuesta del sistema, dándole su propia identidad. Gracias a un sistema de raíces profundo y hojarasca, los pastos mantienen la fertilidad del suelo y aumentan la cantidad de materia orgánica. Su presencia reduce la erosión eólica y/o hídrica, promueve la estabilidad del suelo y reduce la exposición directa a la luz solar, lo cual ayuda a mantener la humedad del suelo.

4.6.2. Cantidad y calidad nutricional de la biomasa en un sistema silvopastoril

Rolando *et al.* (2019) afirman que la cantidad de biomasa acumulada (carbono fijado) en sistemas agrosilvopastoriles depende de múltiples interacciones entre los componentes árbol, pasto, suelo y animal. En los sistemas forestales, el carbono se acumula en cuatro componentes (biomasa arriba del suelo, necromasa, sistemas radiculares y carbono orgánico del suelo), y la biomasa leñosa representa el carbono con mayor permanencia y el mayor almacén a nivel de árbol. Los sistemas silvopastoriles representan un aporte significativo a la mitigación del cambio climático, beneficio que puede incrementarse si se introducen técnicas de manejo.

4.7. Parcelas de muestreo permanentes

Según Gómez (2010), las parcelas permanentes de muestreo (PPM) son una herramienta para el manejo e investigación de la dinámica de los bosques naturales (en su estado natural y bajo intervención). Los datos que se obtiene de la instalación de las PMP, como crecimiento y la producción, tienen implicaciones directas para el manejo forestal y permiten tomar decisiones en el corto, mediano y largo plazo para invertir en dicha actividad. La información obtenida generalmente es utiliza para construir, mejorar o

actualizar los cálculos en cuanto a la dinámica del bosque en su estado natural e intervenido, con el fin de mejorar su estructura.

En el caso de parcelas permanentes forestales, el monitoreo o investigación continua y sistemática a largo plazo se refiere a estudios donde las mismas parcelas se censan sucesivamente durante varios años(Phillips *et al.*, 2016).

4.8. Plagas y enfermedades

4.8.1. Plagas:

La oruga barrenadora de brotes *Hypsipyla grandella*: El daño ocasionado por los barrenadores de brotes de *Hypsipyla* representa una amenaza significativa para diversas especies maderables de alto valor pertenecientes a las familias Meliaceae y Verbenaceae, incluyendo especies de *Swietenia* y *Cedrela*. Las dos especies más relevantes de *Hypsipyla* son *H. grandella*, presente en América, y *H. robusta*, que se encuentra en áreas de África, Asia y la región del Pacífico.(FAO, 2007).

4.8.2. Enfermedades

Mancha foliar: varios hongos causantes de manchas foliares como la *Phyllosticta* spp. Y *Cercospora* Spp; pueden infectar las hojas de los cedros y las caobas lo que puede causar la defoliación y debilitamiento de los árboles (Cibrián-Tovar, 2016).

Moho blanco: El moho blanco: El moho blanco (*Trametes* spp.) es un hongo que puede causar pudrición blanca en la madera de los cedros y las caobas, lo que puede debilitar la estructura de la madera y disminuir su valor comercial (Esquivel, 2010).

Cancro del tronco: Citando a Bernal y Lugo *et al.* (2009), “Varios hongos causantes de canchros del tronco, como *Phytophthora* spp. y *Botryosphaeria* spp., pueden infectar la corteza y el cambium de los cedros y las caobas, lo que puede causar la formación de lesiones necróticas en el tronco y debilitar los árboles”.

4.9. Generalidades del cedro

4.9.1. Taxonomía

Cedrela odorata, es conocida comúnmente como cedro rojo, es una especie forestal tropical de alto valor comercial en el mercado internacional de la madera Gálvez y López *et al.* (2020).

Citando a Blanco (2021), la clasificación taxonómica es la siguiente:

El cedro (*Cedrela odorata*) pertenece a la familia Meliaceae, al género *Cedrela* y a la especie *odorata*.

4.9.2. Condiciones ambientales

Según Gómez Díaz *et al.* (2016), Los estudios realizados en cedro rojo (*Cedrela odorata*) muestran que se encuentra predominantemente en ecosistemas húmedos: bosques tropicales perennifolios, bosques tropicales sub caducifolios, bosques tropicales caducifolios y bosques nubosos montanos. El flanco oriental de la Sierra Madre Oriental denota elevaciones por debajo de los 2000 msnm.

4.9.3. Usos

El interés en este taxón se debe a las cualidades de su madera: como la alta durabilidad, color, jaspeado y aroma, por lo que, se utiliza para la fabricación de muebles finos, instrumentos musicales y artesanías Gálvez López *et al.* (2020).

4.10. Generalidades de la Caoba

4.10.1. Taxonomía

Citando a Vázquez (2020), *Swietenia humilis* es una especie arbórea perenne caducifolia que puede alcanzar 35-50 m hasta 70 m de altura. Así como un diámetro a la altura del pecho entre 1-2 m hasta 3,5 m en condiciones favorables. La clasificación taxonómica es la siguiente:

La *Swietenia humilis* pertenece al reino Plantae, la familia Meliaceae, el género Swietenia y la especie humilis.

4.10.2. Condiciones ambientales

Los promedios mensuales para el mejor desempeño de la caoba deben estar entre 15° y 35°. Las cantidades de lluvia óptimas dependen de la evapotranspiración real. Se sabe que la caoba crece bien en sitios con lluvias promedios anuales que van de 1000 hasta los 4000 mm, y que crece en sitios con hasta 6 meses de sequía. Con relación a los suelos, la literatura es escasa y, hasta cierto punto, contradictoria. Caoba crece en gran variedad de condiciones edalógicas, desde suelos arcillosos, hasta suelos con arenas gruesas (Centro Científico Tropical 1999).

4.10.3. Usos

Swietenia humilis es una meliácea de gran valor económico en los bosques tropicales, de tal suerte que su explotación como madera o muebles (Ramírez *et al.* 2013).

4.11. Educación ambiental

La Fundación Cayos Cochinos (2010) Da a conocer que “la educación ambiental se entiende como un proceso integral, el cual parte del conocimiento reflexivo y crítico de la realidad en general, incluyendo factores biofísicos, sociales, políticos y culturales, permitiendo a los individuos comprender sus relaciones con su entorno, tanto a nivel local como global, y apropiarse de esta realidad generando un cambio en ellos y en su comunidad, incentivando la valoración y respeto por el medio ambiente”.

Flores (2012) Señala que “los problemas ambientales detonan el surgimiento de la educación ambiental, ya que el objeto de estudio de ésta es el medio ambiente. La educación ambiental se propone, a través del desarrollo de diversas estrategias pedagógicas, contribuir a la formación de una conciencia sobre la responsabilidad del género humano en la continuidad de las distintas formas de vida en el planeta, así como la formación de sujetos críticos y participativos ante los problemas ambientales”.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. Descripción de la zona de estudio.

La investigación se desarrollo en la aldea El Coyol, ubicada en el municipio de Campamento, en el departamento de Olancho.

Esta localidad está ubicada al sureste (SE) del municipio de Campamento. El poblado se encuentra a una altitud de 702 MSNM. De igual manera, Gillén (2008) afirma que el 90% de los productores en esta área y sus alrededores se ubican en el rango de pequeños productores, ya que cultivan, como máximo, 10 manzanas de café. La mayoría dedica al menos una décima parte de sus tierras a la siembra de granos básicos y hortalizas para autoconsumo, y la ganadería se realiza en una escala muy pequeña (figura 1).

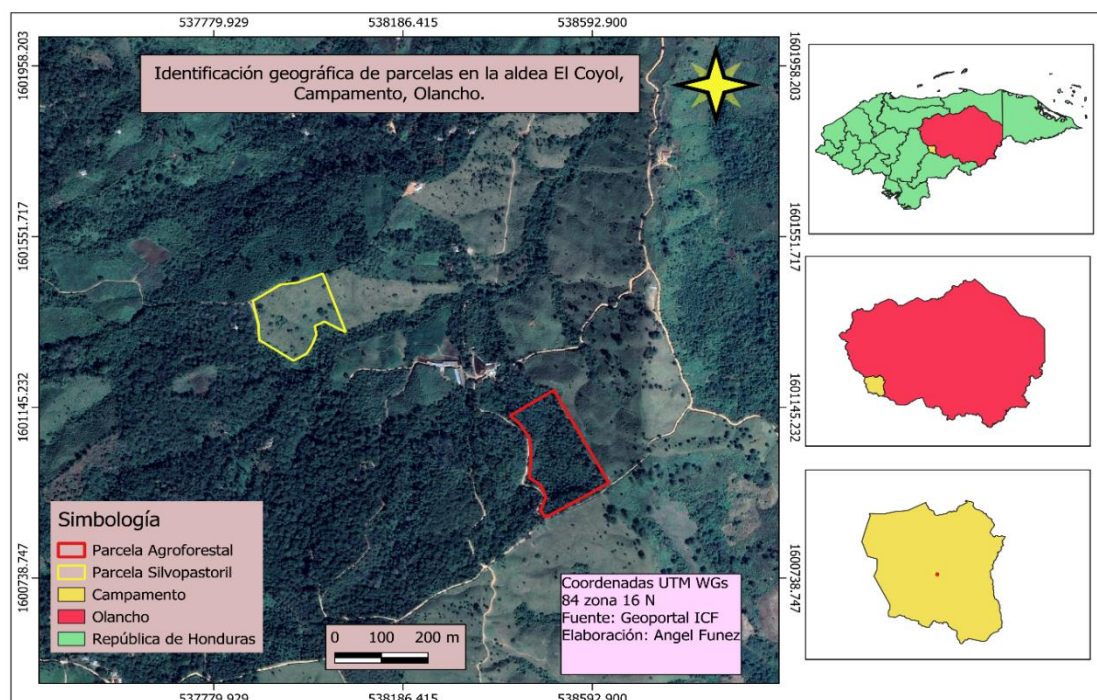


Figura 1 Ubicación geográfica de la zona de estudio.

4.2. Materiales y equipo.

Para llevar a cabo esta actividad, se utilizaron los siguientes materiales: Tableros, papel bond, lápices. Además, se contará con el siguiente equipo: cinta métrica, calculadora, estacas, brújula, machetes, dúplex, pie de rey, receptor de GPS y una computadora portátil con software como Excel, Word y Qgis.

4.3. Método de la Investigación.

Para lograr los objetivos propuestos en la presente investigación, se llevaron a cabo tres fases con sus respectivas actividades: fase preliminar, fase de campo y fase análisis de la información.

4.3.1. Fase preliminar.

- ✓ En esta etapa se recopiló información primaria de los lotes del propietario donde se llevó a cabo el experimento.
- ✓ Tanto la UNAG como el propietario del terreno, colaboraron estrechamente, manteniendo una comunicación abierta y fluida, para asegurar el cumplimiento de los objetivos del proyecto y el éxito a largo plazo de las parcelas de producción.
- ✓ Se adquirieron plántulas de calidad, sano y libres de plagas y enfermedades, procedentes del vivero forestal Sauces de la universidad nacional de agricultura.
- ✓ Diseño del Sistema forestal: Esta actividad implicó el establecimiento de dos parcelas forestales, cada una con una superficie de 10,000 m². La parcela orientada al enfoque silvopastoril se diseñó en un formato de 3x8 con un total de 416 plántulas (figura 2), mientras que la parcela enfocada a la agroforestería se diseñó en un formato de 5x5, con un total de 400 plántulas (Figura 3).
- ✓ Para evitar el efecto de borde por intervención humana o posibles daños mecánicos que pudieran afectar la plantación, se ubicaron las parcelas en la zona núcleo de la propiedad. Esta medida se implementó para proteger y preservar la integridad de la plantación, garantizando su crecimiento óptimo y reduciendo los riesgos de daño.

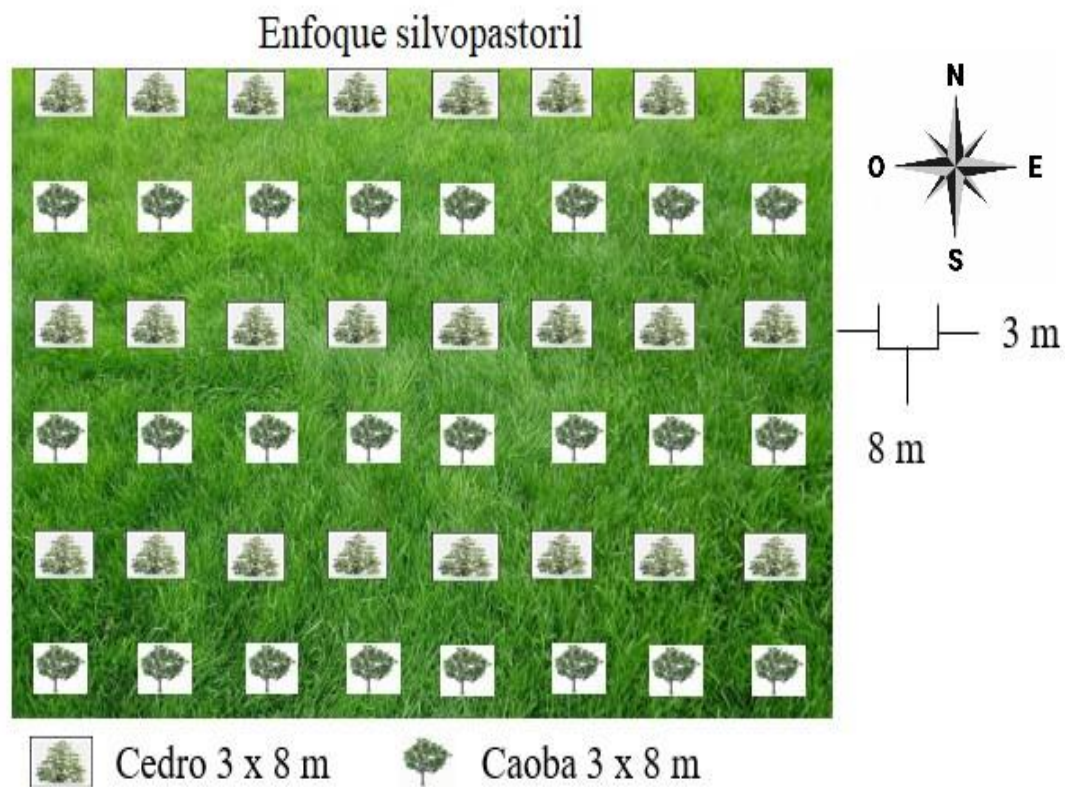


figura 2 Sistema silvopastoril_

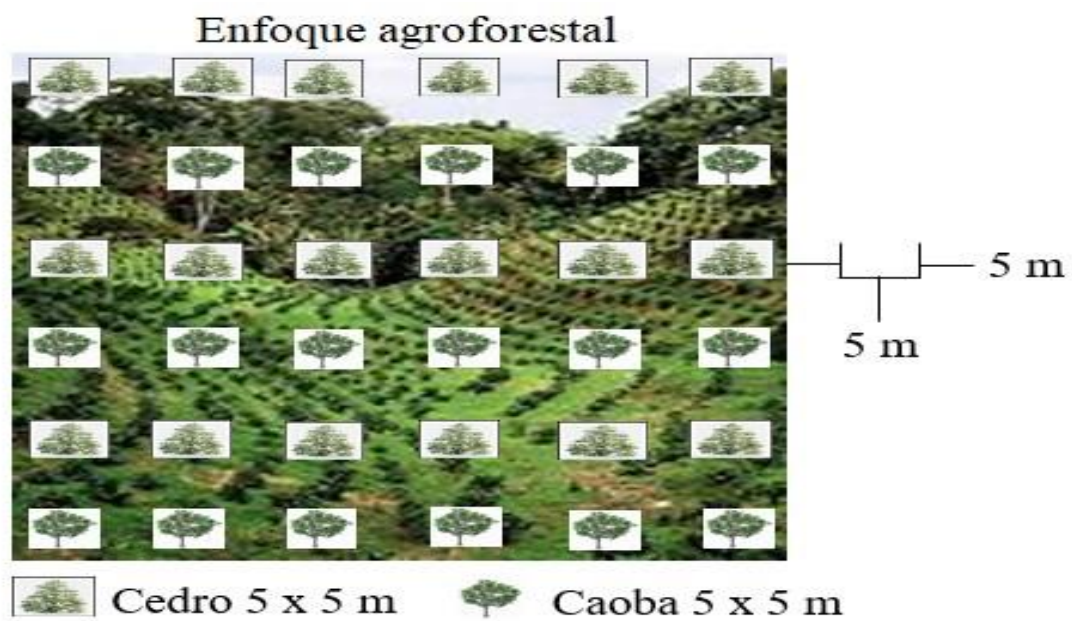


Figura 3 Diseño del sistema agroforestal

4.3.2. Fase de campo

El estudio se llevó a cabo durante los meses de junio, julio y agosto e inicios del mes de septiembre del año 2023, abarcando desde la plantación hasta la medición de las plántulas.

Las actividades de investigación se llevaron a cabo dentro del plazo establecido para cada una de ellas, con el fin de objetivo de alcanzar los resultados esperados.

a) Elaboración de abonos orgánicos incluyendo bocashi

Para la elaboración del bocashi, se combinaron diversos elementos, incluyendo estiércol de vaca, estiércol de oveja, melaza, tierra negra transportada desde una aldea vecina, Blancitos. Este abono resultante se utilizó de manera efectiva en la plantación de las parcelas agroforestal y silvopastoril de caoba y cedro. La mezcla cuidadosamente elaborada contribuyó a enriquecer el sustrato, proporcionando nutrientes esenciales para el crecimiento saludable de las plantas en ambos sistemas, resaltando así la importancia de prácticas agrícolas sostenibles

b) Preparación del terreno: Antes de la plantación, se realizaron las labores de preparación del terreno, que incluyeron la limpieza, los rumbos y distancias para el marcaje de las estacas, excavación de los hoyos asegurando que el suelo estuviera en condiciones óptimas para el crecimiento de las plantas

c) Plantación: Inicialmente, se realizó un riego de las plantas para cada hoyo antes de la plantación. Luego, se procedió a retirar la bolsa de las plántulas y, en el caso de plantas de mayor tamaño, como la caoba, se podó la raíz pivotante para facilitar su adaptación al nuevo entorno. Posteriormente, se añadió una porción de abono orgánico (bocashi) al hoyo antes de colocar la planta, seguido de la aplicación de tierra. Finalmente, se llevó a cabo un acolchonamiento alrededor de la planta utilizando zacate para proteger y conservar la humedad del suelo, promoviendo un crecimiento saludable de las plántulas.

d) Manejo de la plantación. Se debe destacar que esta tarea será asumida por otro compañero de investigación que continuará con el proyecto. Este investigador utilizará insecticidas para llevar a cabo el control de plagas y enfermedades, asegurando así un mantenimiento adecuado de las especies forestales y su desarrollo saludable.

4.3.2.1. Medición.

Una vez que se establecieron las parcelas de estudio, se procedió a llevar a cabo la medición de todas las plantas utilizando un formulario específico diseñado para la recopilación de datos (ver ANEXO 1). Este formulario permitió una recopilación estandarizada y sistemática de datos, registrando información relevante, como el diámetro y la altura de las plantas. Los datos recopilados resultaron ser de gran importancia para el análisis posterior y la toma de decisiones en el proyecto o estudio.

4.4. Variables a evaluar

4.4.1. Altura

Para medir la altura de las plantas en cada método de plantación y para cada especie arbórea, se utilizó un metro.

4.4.2. Diámetro del tallo

Se obtuvieron medidas más precisas del diámetro del tallo utilizando un calibrador, conocido como pie de rey. Siempre se consideró la especie y, en particular, el método de plantación

4.5. Programa de educación ambiental

4.5.1. Programa Ambiental

Investigación preliminar: En este apartado se investigó el contexto local y los sistemas de producción que existen en la zona. Esto incluyó el clima, las prácticas agrícolas comunes, el conocimiento y la percepción de los productores locales sobre la arborización y su relación con la producción agropecuaria, entre otros factores.

4.5.2. La observación participante como metodología para investigar el contexto local.

La observación participante como una herramienta valiosa para la investigación de campo, especialmente en contextos locales donde se requiere un conocimiento profundo y contextualizado (**anexo 2**).

4.5.3. Diseño del programa: Con base en la investigación preliminar, se diseñó el programa de educación ambiental para promover la arborización en sistemas de producción. El programa incluyó los siguientes elementos:

Objetivos específicos del programa

- ✓ Temas a tratar: (beneficios de la arborización, selección de especies de árboles, técnicas de plantación, cuidado y mantenimiento de árboles)
- ✓ Metodologías de enseñanza: Charlas con actividades teóricas: presentaciones sobre los temas, con material visual y participación de los productores.
- ✓ Actividades prácticas: ejercicios en grupo para identificar áreas de recarga hídrica y selección de especies de árboles adecuadas.
- ✓ Visitas a fincas: para observar prácticas de arborización y manejo sostenible de sistemas de producción en zonas de recarga hídrica.
- ✓ Asesoramiento personalizado: asesoramiento técnico individualizado para los productores interesados.
- ✓ Recursos necesarios para la implementación del programa (materiales, transporte, alojamiento, alimentación, etc.)

V.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Establecimiento de las parcelas

5.1.1. Sistema silvopastoril:

En la instalación de la parcela para el sistema silvopastoril en un terreno de aproximadamente dos hectáreas, se determinó una disposición de este a oeste para permitir el crecimiento conjunto de las 700 plántulas plantadas, cada una con dimensiones de 3 metros de longitud y 8 metros de ancho. Se empleó una brújula para la orientación y una cinta métrica para calcular distancias, garantizando así la uniformidad en la disposición de las plántulas. Este enfoque meticuloso facilita la recolección de datos. Cabe destacar que este diseño busca no solo optimizar el crecimiento de las plantas sino también promover la coexistencia armoniosa con el pasto circundante en el sistema silvopastoril.

5.2. Evaluación de las parcelas

5.2.2. Parcela silvopastoril

5.2.2.1. Diámetro

En el análisis de la medición del diámetro de *Cedrela odorata*, y *Swietenia humilis* en el sistema silvopastoril, se revela una distribución de los datos que sugiere una variabilidad considerable en los tamaños de la especie *Cedrela odorata*. Esto explica que la especie *Swietenia humilis* tiene un diámetro mayor, destacando la diversidad en la estructura diamétrica de esta población forestal (fig.4).

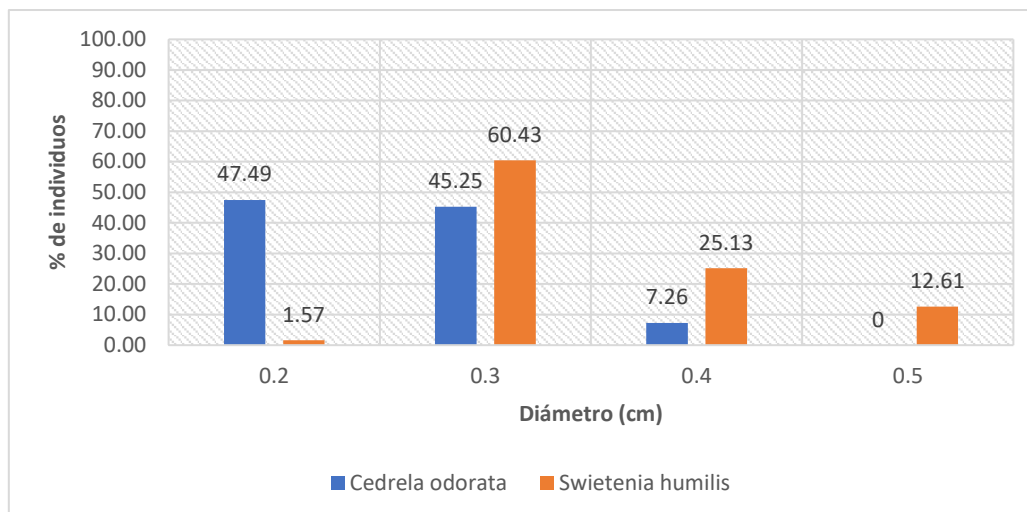


Figura 4. Diámetro de las plantas de *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis* en el sistema silvopastoril después de haber terminado de establecer las parcelas.

5.2.2.2. Atura

El gráfico ilustra la distribución de alturas en una plantación de *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata*. Se observa una variabilidad en las alturas de los árboles, destacando una concentración significativa en el rango de 31 a 35 centímetros en la especie *Swietenia humilis* a diferencia del cedro que muestra una altura más uniforme. Estos resultados proporcionan una visión detallada de la estructura altitudinal en la plantación, indicando la diversidad en las alturas de los árboles en la población estudiada (ver figura 5).

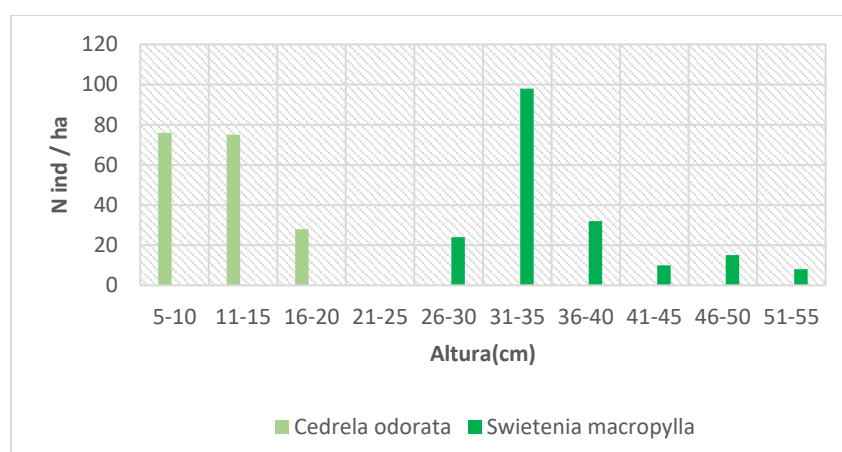


Figura 5. Altura de las plantas de *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata* después de haber establecido la parcela silvopastoril.

5.2.2.3. Relación del diámetro y altura

La dispersión de los datos en este momento obedece a una ecuación exponencial, denotando un R^2 de 0.9265 por lo cual a medida que la plantación se vaya desarrollando la forma en que los datos se dispersan podrá cambiar hasta llegar a una forma de dispersión propia de los árboles que es de tipo logarítmico. R^2 significa el ajuste de los datos a la ecuación, en este caso el mayor R es para la ecuación exponencial (fig. 6).

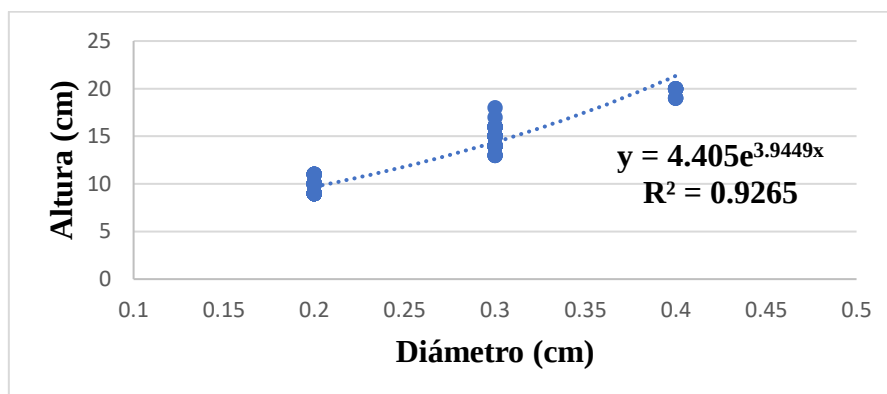


Figura 6. Relación diámetro y altura de *Cedrela odorata* en el sistema silvopastoril a un mes de haber establecido la parcela.

La dispersión de los datos en este momento obedece a una ecuación exponencial, denotando un R^2 de 0.7783 por lo cual a medida que la plantación se vaya desarrollando la forma en que los datos se dispersan podrá cambiar hasta llegar a una forma de dispersión propia de los árboles que es de tipo logarítmico. R^2 significa el ajuste de los datos a la ecuación, en este caso el mayor R es para la ecuación exponencial (fig. 7).

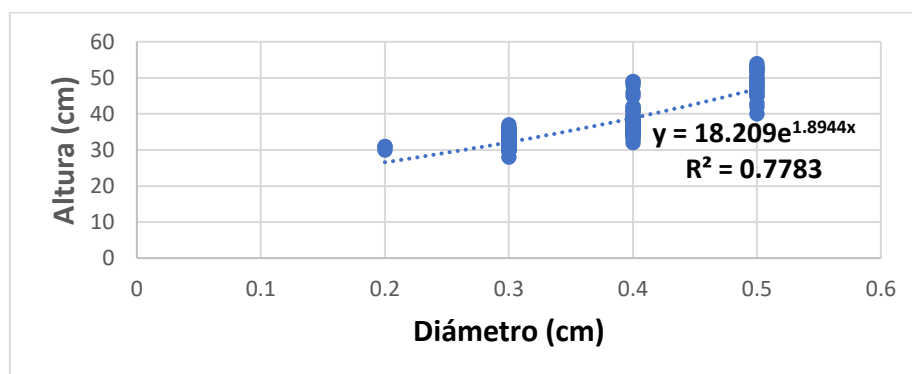


Figura 7. Relación de diámetro y altura de *Swietenia humilis* en el sistema silvopastoril a un mes de haber establecido la parcela.

5.2.3. Sistema agroforestal

En el establecimiento de la parcela agroforestal, se enfrentó al desafío de una extensa cobertura vegetal. Para facilitar la movilidad y tomar medidas precisas, fue necesario realizar una chapia. La parcela, concebida como un cuadrado con medidas de 5 metros por lado, permitió la plantación de 600 plántulas combinadas de caoba y cedro. La adaptación del entorno mediante la chapia no solo posibilitó la ejecución de las actividades necesarias, sino que también contribuyó a la creación de un espacio propicio para el desarrollo conjunto de las plántulas seleccionadas, fusionando así la funcionalidad agroforestal con la adecuación a las condiciones del terreno.

5.2.3.1. Diámetro

En la medición realizada después de establecer la plantación, Destaca significativamente el diámetro de 0.3, siendo la categoría con mayor cantidad de plantas de las dos especies. En este sistema no existe *Swietenia humilis* con un diámetro de 0.2 cm, mientras que de la especie *Cedrela odorata* no hay plantas que tengan diámetro de 0.5 cm (fig. 8).

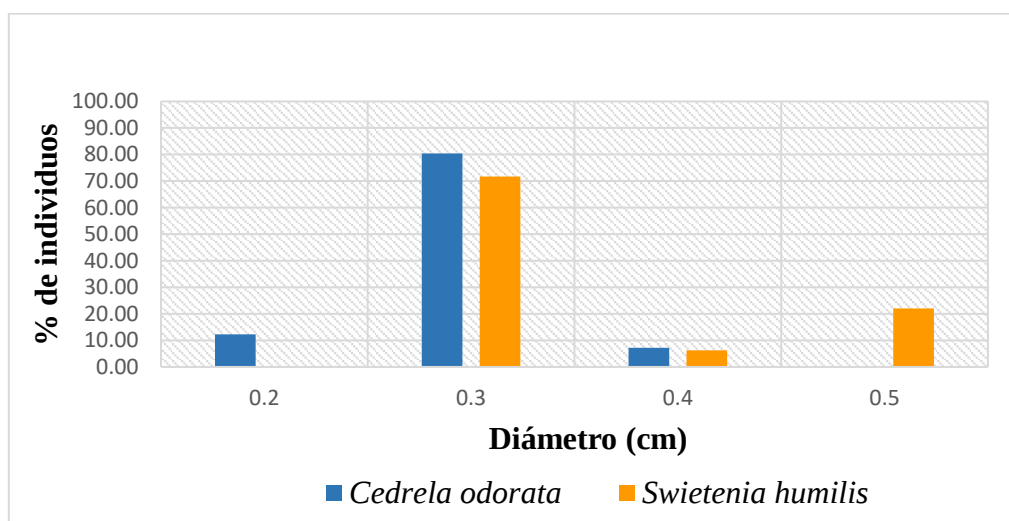


Figura 8. Medición del diámetro de las plantas de *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis* en el sistema agroforestal.

5.2.3.2. Altura

En la medición de la altura de las plantas, se evidencia un crecimiento en el rango de 5 a 10 cm, de *Cedrela odorata* indicando un desarrollo positivo favorecido por las condiciones propicias en la plantación. Notablemente, el rango de 11 a 15 cm de altura destaca como el más pronunciado, sugiriendo un crecimiento significativo en este periodo por otro lado destaca la especie *Swietenia humilis* el rango de 31-35 cm, (fig. 9).

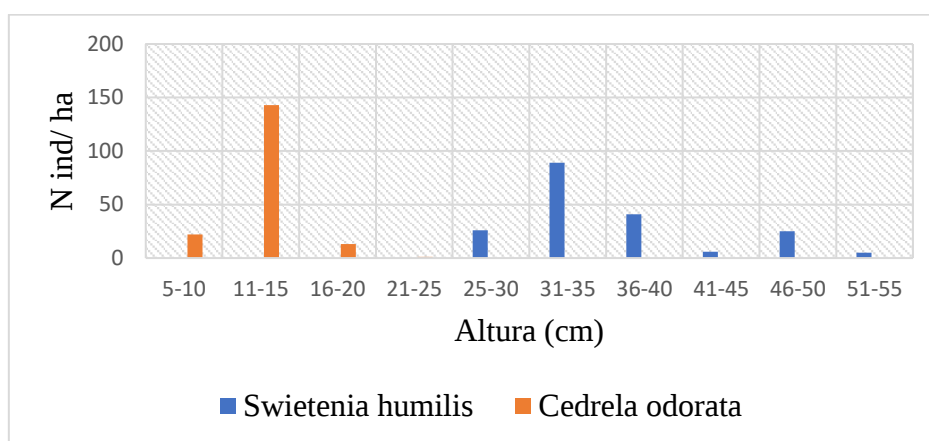


Figura 9. Rangos de altura de *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis* en el sistema agroforestal después de haber establecido la parcela

5.2.3.3. Relación altura y diámetro

La dispersión de los datos en este momento obedece a una ecuación exponencial, denotando un R^2 de 0.8244 por lo cual a medida que la plantación se vaya desarrollando la forma en que los datos se dispersan podrá cambiar hasta llegar a una forma de dispersión propia de los árboles que es de tipo logarítmico. R^2 significa el ajuste de los datos a la ecuación, en este caso el mayor R es para la ecuación exponencial (fig. 10).

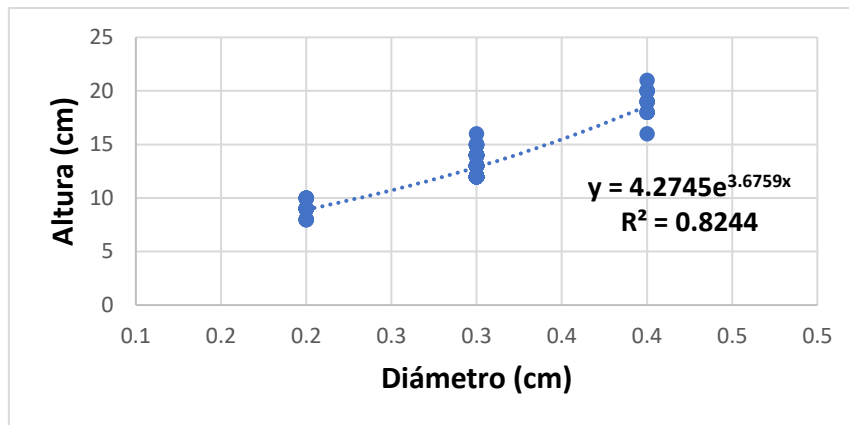


Figura 10. Relación de diámetro y altura de *Cedrela odorata* en el sistema agroforestal a un mes de haber establecido la parcela.

La dispersión de los datos en este momento obedece a una ecuación exponencial, denotando un R^2 de 0.8919 por lo cual a medida que la plantación se vaya desarrollando la forma en que los datos se dispersan podrá cambiar hasta llegar a una forma de dispersión propia de los árboles que es de tipo logarítmico. R^2 significa el ajuste de los datos a la ecuación, en este caso el mayor R es para la ecuación exponencial (fig.11).

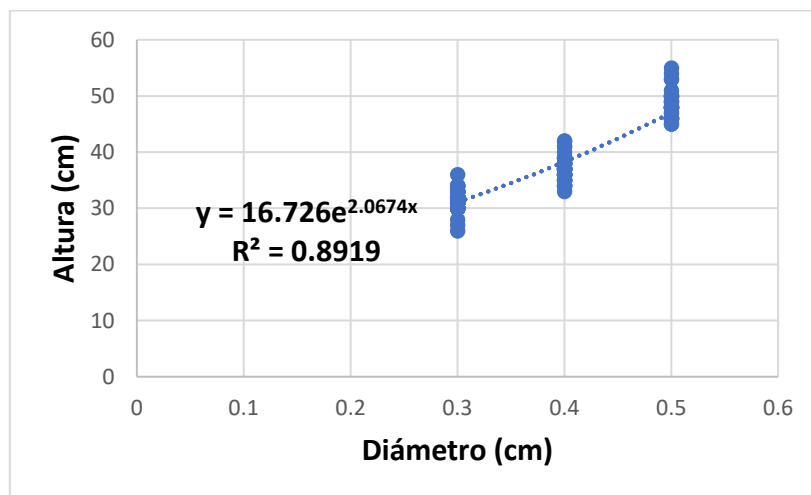


Figura 11. Relación de diámetro y altura de *Swietenia humilis* en el sistema agroforestal a un mes de haber establecido la parcela.

5.3. Promedios de diámetro de la plantación de las plantaciones

5.3.2. Promedios del diámetro

La siguiente figura representa el diámetro promedio de las dos parcelas de muestreo permanente donde se hicieron mediciones y la caoba destaca por tener un diámetro promedio mayor al cedro, esto debido a que la caoba estaba más grande a la hora de establecer las parcelas (fig. 12)

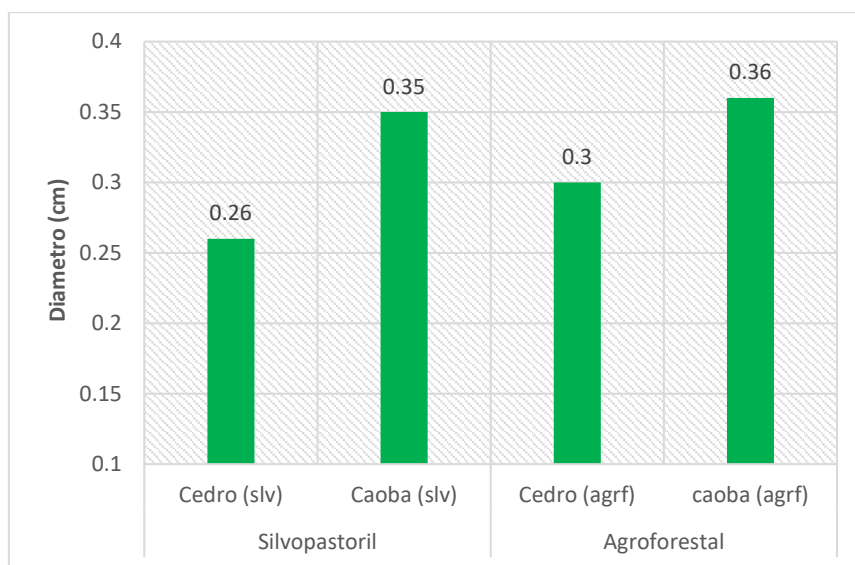


Figura 12. Diámetro promedio de la parcela agroforestal y silvopastoril en la comunidad de El Coyol, Campamento, Olancho.

5.3.3. Promedios de altura

El grafico presenta la altura promedio de ambas especies resaltado la altura de las caobas en ambos sistemas mientras que el cedro tiene una altura similar en los dos sistemas (fig. 13).

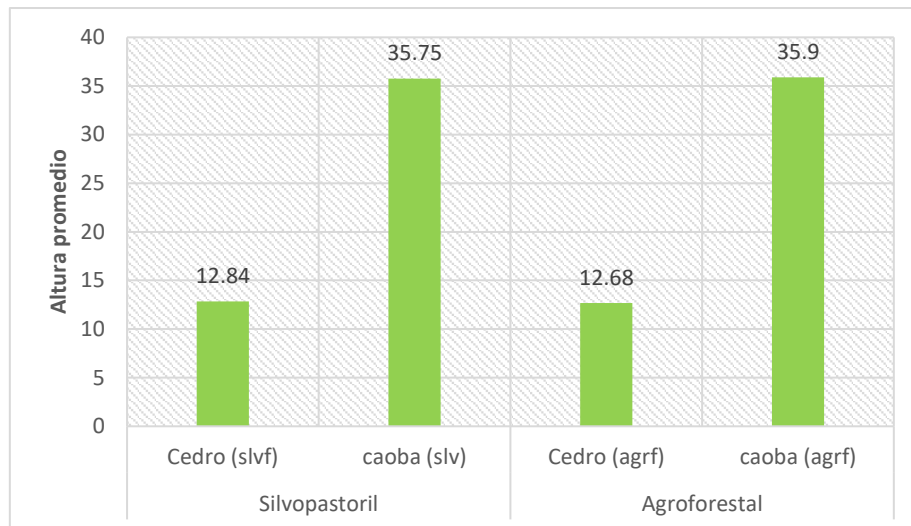


Figura 13. Altura promedio de la parcela agroforestal y silvopastoril medida después de haberse establecido los sistemas.

5.4. Análisis comparativo del diámetro y del sistema silvopastoril y el sistema agroforestal

5.4.2. Diámetro

El siguiente grafico representa el diámetro y el porcentaje de individuos que hay en las dos parcelas de muestreo permanente afirmando que en la parcela agroforestal no hay cedros con un diámetro de 0.5 (fig. 14)

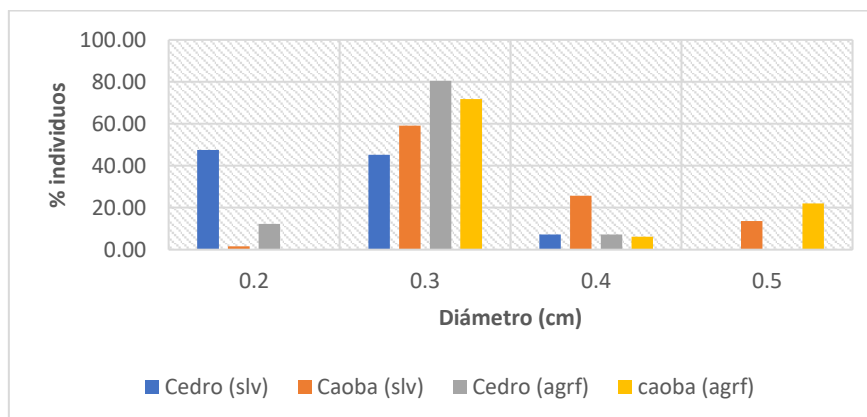


Figura 14. Diámetro de caoba y cedro en el sistema agroforestal y el sistema silvopastoril en parcelas de muestreo permanente.

5.4.3. Altura

El grafico representa los rangos de altura de ambas especies donde la caoba y el cedro presentan datos muy diferentes y donde resalta más cantidad de plantas de cedro en el rango de 11- 15 cm, mientras que la caoba en ambas parcelas presenta un rango de 31 a 35 cm. (Fig 15)

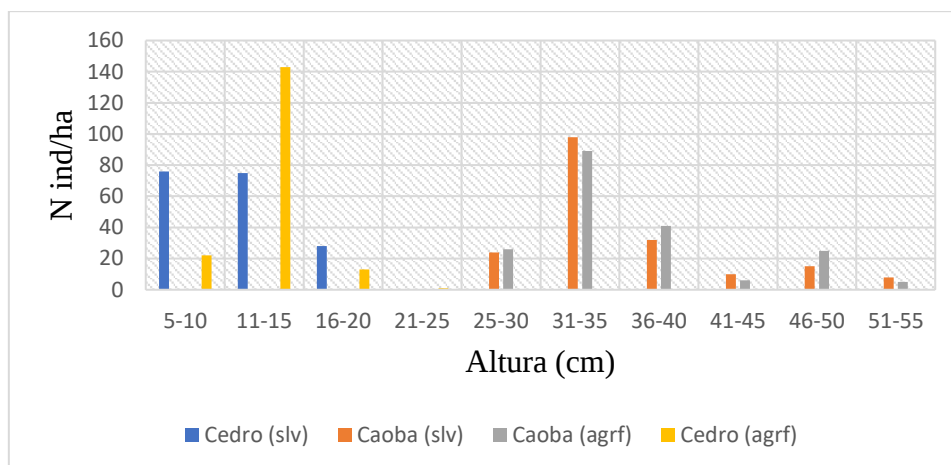


Figura 15. Rangos de altura de las dos especies en el sistema agroforestal y silvopastaril habiendo echo la medición al terminar de establecer las parcelas

5.5. Programa de educación ambiental

En el marco de este estudio, se llevaron a cabo entrevistas con productores y productoras de la comunidad, constituyendo la piedra angular de nuestro enfoque investigativo. Estas conversaciones proporcionaron una visión detallada del contexto local y permitieron identificar las necesidades y percepciones de los productores. Este enfoque selectivo hacia los protagonistas directos de la actividad agro productiva garantiza una comprensión profunda y contextualizada, fundamentando así el diseño de un programa de educación ambiental específicamente adaptado a sus realidades y desafíos.

5.6. Respuestas de los productores a la encuesta

En la Aldea El Coyo y sus alrededores, se destaca un fuerte compromiso por parte de los productores entrevistados. El 75% de ellos afirma tener experiencia mayor a 10 años en actividades productivas agropecuarias, mientras que el resto (25%), su experiencia es relativa a 5 años (fig. 16).

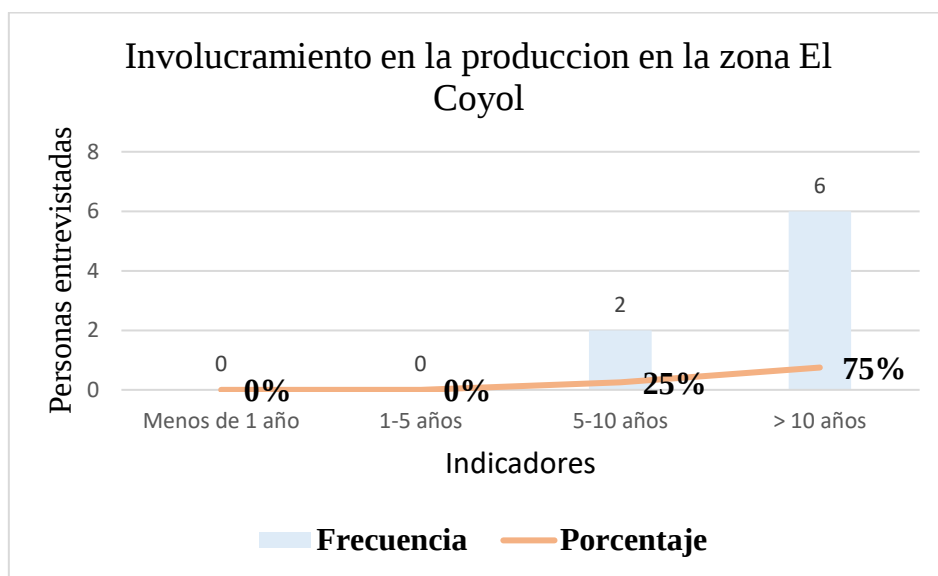


Figura 16. Tiempo en que los productores han estado involucrados en la producción en la zona de El Coyo

El gráfico revela un notable desafío en cuanto al conocimiento sobre la importancia de la arborización en sistemas de producción. Alarmanamente, el 88% de los encuestados admitió no tener información sobre este tema crucial. Sin embargo, es alentador observar que un 12% de los productores reconocen la relevancia de la arborización en sus sistemas de producción. Estos resultados subrayan la necesidad de iniciativas educativas para sensibilizar y mejorar la comprensión sobre los beneficios que la arborización puede aportar a la sostenibilidad y eficiencia de las prácticas agrícolas (fig. 17).

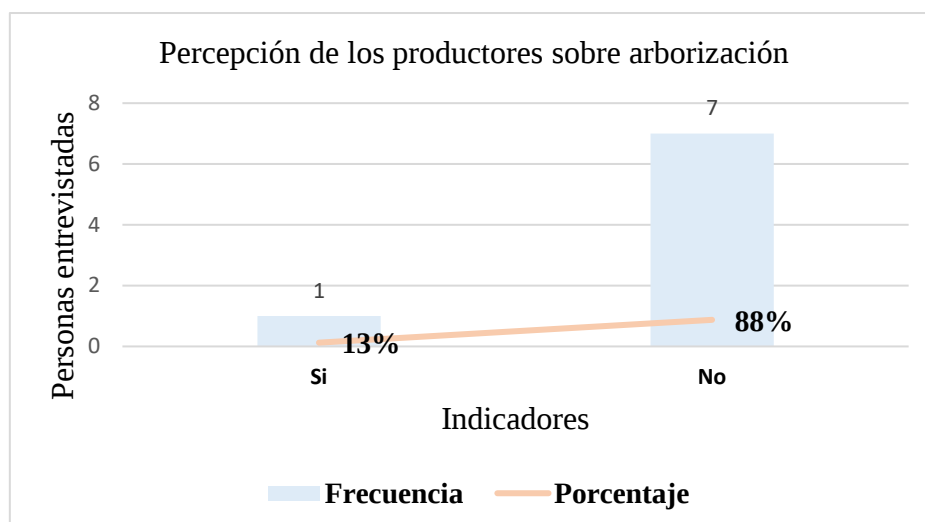


Figura 17. Conocimiento de los productores de la zona del Coyol sobre arborización

La abrumadora respuesta afirmativa del 88% de los productores demuestra un sólido interés en la implementación de técnicas de arborización en sus sistemas de producción. Este entusiasmo refleja una disposición generalizada hacia prácticas agrícolas más sostenibles y resalta la oportunidad de fomentar la adopción de estrategias que promuevan la arborización. Aunque el 12% restante expresó desinterés, la mayoría indica una apertura a considerar y potencialmente adoptar enfoques más ecológicos en sus operaciones (Fig. 18).

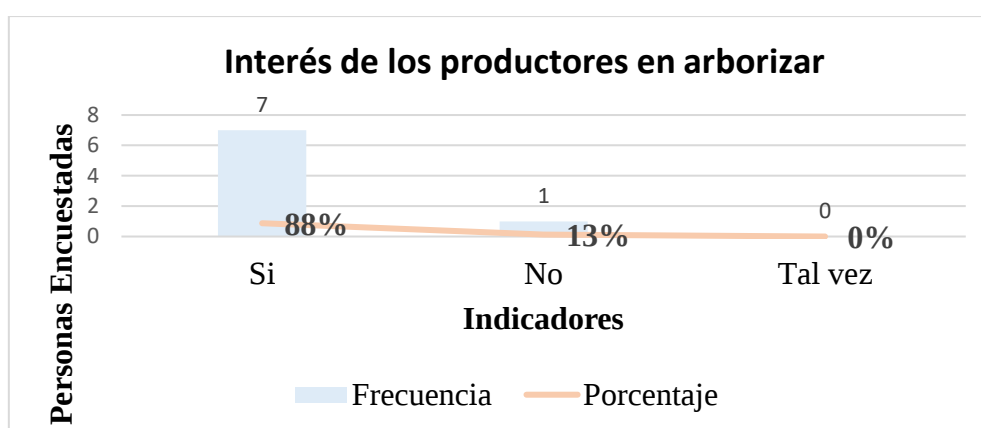


Figura 18. Interés de los productores en implementar técnicas de arborización en los sistemas de producción

Los resultados de la encuesta muestran una distribución equitativa en el tiempo que los productores están dispuestos a invertir en la implementación de técnicas de arborización. Diversidad de compromisos en arborización: 25% 1 hora, 25% 1-3 horas, 25% 3-5 horas y 25% más de 5 horas al mes. Estas respuestas indican una disposición generalizada a asignar tiempo significativo a prácticas que promueven la sostenibilidad y la integración de árboles en sus actividades agrícolas (Fig.19).

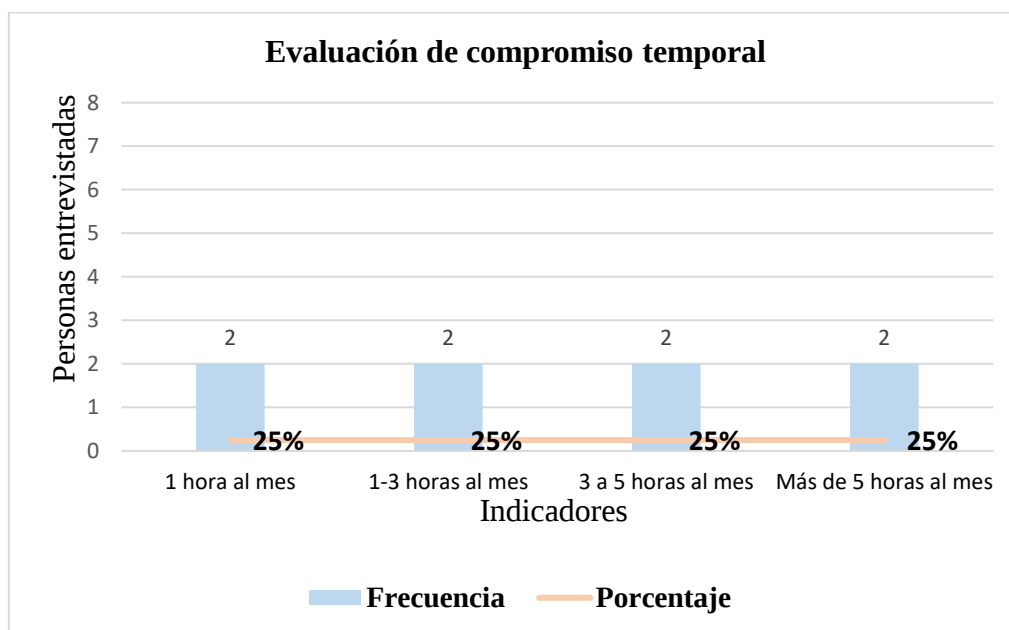


Figura 19. Tiempo disponible para la implementación del programa

La unanimidad entre los productores al considerar el agua como importante y prioritaria en la producción agrícola destaca la conciencia compartida sobre la vital importancia de este recurso. Esta percepción unánime subraya la necesidad crítica de gestionar y conservar el agua de manera efectiva en las prácticas agrícolas. La comprensión colectiva de su importancia sienta una base sólida para desarrollar estrategias y políticas que promuevan la sostenibilidad hídrica en el contexto agrícola (Fig.20).

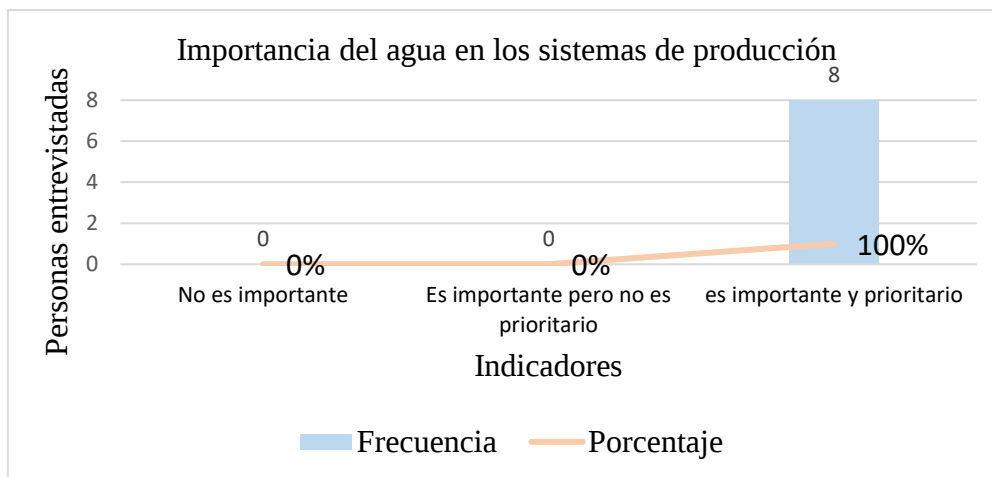


Figura 20. Opinión de los productores y productoras sobre la importancia del agua en la producción agrícola.

La disposición mayoritaria del 75% de los productores para asistir a talleres y capacitaciones sobre arborización refleja un interés significativo en adquirir conocimientos y habilidades relacionados con prácticas más sostenibles. Aunque el 12.5% no está dispuesto y otro 12.5% muestra una respuesta indecisa, la mayoría expresó una clara voluntad de participar, lo cual ofrece una oportunidad valiosa para la implementación efectiva de programas educativos centrados en la arborización en sistemas de producción (Fig.21).

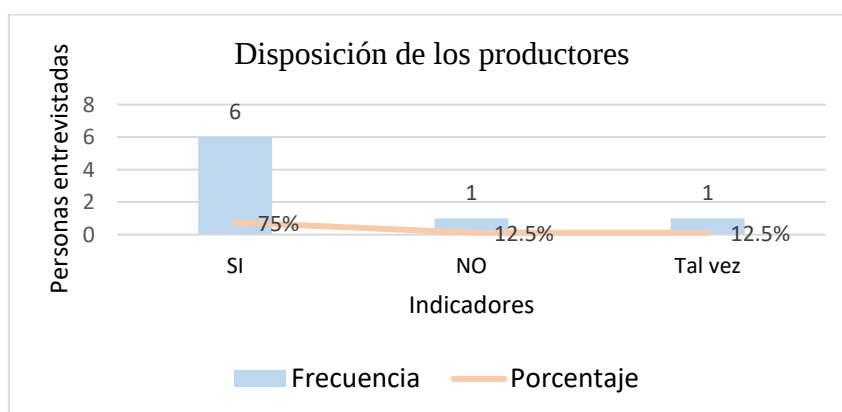


Figura 21. Disposición de los productores y productoras para asistir a charlas y talleres.

La contundente respuesta afirmativa del 75% de los encuestados destaca la percepción generalizada sobre la importancia de establecer un programa de educación ambiental en la zona de El Coyal. Este fuerte respaldo sugiere un reconocimiento generalizado de la necesidad de concienciar y educar a la comunidad sobre la arborización en sistemas de producción. Aunque el 25% restante no comparte esta opinión, quizás porque desconocen los alcances de un programa y las responsabilidades en participar del mismo, la mayoría respalda la iniciativa, evidenciando el potencial para fortalecer el conocimiento y la adopción de prácticas más sostenibles en la región (fig.22).

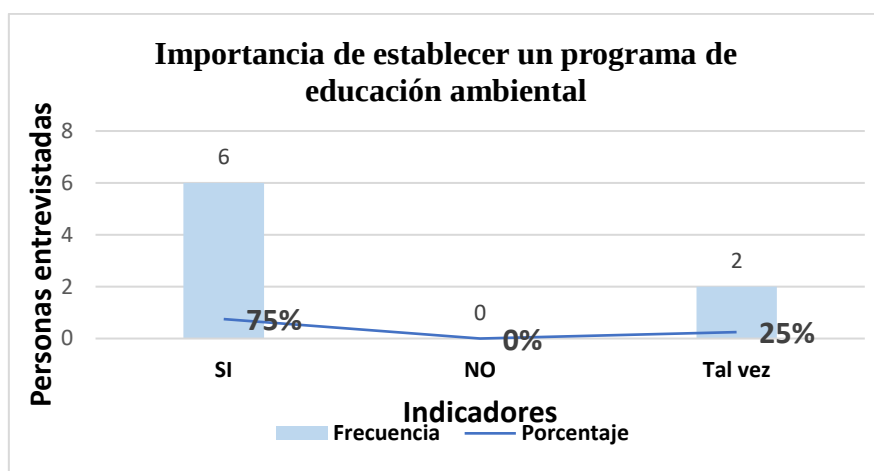


Figura 22. Interés de los productores en que se establezca el programa de educación ambiental.

La preferencia del 75% de los encuestados por especies como caoba y cedro indica un fuerte interés en árboles maderables de alto valor económico por la demanda que estas tienen en el mercado de las maderas. Mientras tanto, el 25% que opta por laurel, por ser una especie nativa y ampliamente conocida por los productores de la zona, esto demuestra una diversidad en las preferencias de especies forestales para arborizar. Estas elecciones pueden influir en la planificación de programas de arborización, asegurando la selección de especies que se alineen con las expectativas y necesidades de la comunidad agrícola en la zona de El Coyal (Fig. 23).

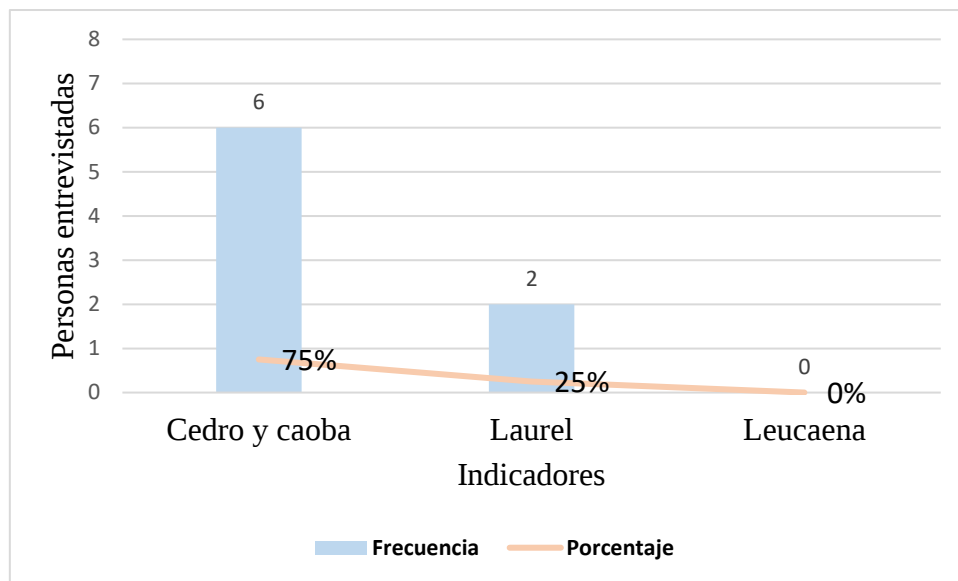


Figura 23. Especies forestales de interés para los productores de la aldea El coyol y alrededores.

VI. CONCLUSIONES

Estos datos obtenidos actúan como línea base crucial para futuras investigaciones, proporcionando una plataforma sólida para la continuación exploración científica de la ecología y gestión sostenible de estas especies.

Los resultados no solo ofrecen información valiosa sobre el crecimiento y desarrollo de estas especies en entornos agroforestales y de pastoreo, sino que también contribuyen a la comprensión de cómo los distintos sistemas de producción afectan el establecimiento de plántulas, proporcionando perspectivas esenciales para la gestión y conservación de estas especies forestales.

La formulación de un programa de educación ambiental representa un paso fundamental para fomentar la arborización en sistemas de producción agropecuarios.

VII. RECOMENDACIONES

Implementar un sistema de monitoreo a largo plazo en las parcelas, registrando de manera regular el crecimiento y desarrollo de las plántulas de caoba y cedro en ambos sistemas de producción. Esto permitirá ajustar estrategias de manejo según las necesidades detectadas.

Establecer colaboraciones con agricultores locales y expertos en agroforestería para compartir experiencias y conocimientos. La divulgación activa de los resultados de la investigación puede inspirar prácticas agrícolas más sostenibles y enriquecer el entendimiento colectivo sobre la gestión de estos recursos forestales.

Desarrollar programas educativos dirigidos a comunidades vecinas, resaltando la importancia ecológica y económica de *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata*. Fomentar la comprensión de la conservación forestal y promover prácticas que contribuyan a la preservación a largo plazo de estas especies

BIBLIOGRAFIA

Bernal Lugo, I; Juárez Palacios, C; Santos Gally, R; Vázquez Silva, L; Zavaleta Mancera, HA; Azpiroz Rivero, HS; Parraguirre Lezama, C. 2009. IDENTIFICACIÓN DEL AGENTE PATÓGENO DEL CANCRO DEL EUCALIPTO EN PLANTACIONES DEL SURESTE DE MÉXICO (en línea). :20-29. Consultado 20 abr. 2023. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/cfm/v34n105/v34n105a2.pdf>.

Blanco, L. 2021. Cedros: características, hábitat, especies, usos (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2023. Disponible en <https://www.lifeder.com/cedros/>.

Castro-Solís, RJ. 2017. Almacenamiento de carbono y análisis de rentabilidad en sistemas agroforestales con *Coffea arabica* (L.) en la zona de los Santos, Costa Rica (en línea). Cartago, Instituto Tecnológico de Costa Rica. . Consultado 27 mar. 2023. Disponible en <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/9395>.

Centro Científico Tropical. 1999. Diagnóstico de la Caoba. .

Cibrián Tovar, D. 2016. Manual de identificación y manejo de plagas en plantaciones forestales comerciales (en línea). . Consultado 20 abr. 2023. Disponible en http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Manuales-Tecnicos/Manual_para_la_identificacion_y_manejo_de_plagas_en_plantaciones_forestales.pdf.

Espinoza, Y. 2005. RELACIONES SUELO-PLANTA-ANIMAL EN SISTEMA SILVOPASTORILES I IN NT TR RO OD DU UC CC CI IÓ ÓN N (en línea). :1-2. Consultado 26 mar. 2023. Disponible en www.produccion-animal.com.ar/www.produccionbovina.com.

Esquivel, E. 2010. AGROCIENCIA PANAMENSIS: LA MANCHA FOLIAR DEL CEDRO AMARGO, *Cedrella odorata* (Meliaceae) causada por *Pseudobeltrania cedrellae* P. Henn. (Fungi. Deuteromicete) EN PANAMA. (en línea, sitio web). Consultado 20 abr.

2023. Disponible en <https://agrociencia-panama.blogspot.com/2010/11/la-mancha-foliar-del-cedro-amargo.html>.

Fao. 2007. PERFIL DE ESPECIE DE PLAGA FORESTAL (en línea). . Consultado 20 abr. 2023. Disponible en www.aciar.gov.au/publication/PR097.

Flores, C. 2012. INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN AMBIENTAL (en línea). Revista Mexicana de Investigación Educativa :1020-1021. Consultado 25 abr. 2023. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/rmie/v17n55/v17n55a2.pdf>.

Fundacion Cayos Cochinos. 2010. HONDURAS CORAL REEF FOUNDATION PLAN DE EDUCACIÓN AMBIENTAL MONUMENTO NATURAL MARINO ARCHIPIÉLAGO CAYOS COCHINOS Elaborado por: Fundación Cayos Cochinos Plan de Educación Ambiental, MNM Cayos Cochinos 2 CONTENIDO. :5-6.

Gálvez López, L; Vallejo Reyna, MA; Méndez Espinoza, C; López Upton, J. 2020. Cedrela odorata L.: oportunidades para su conservación y mejoramiento genético. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 11(58). DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i58.622>.

Gil-Palacio, Z. 2020. Servicios ecosistémicos del control natural en el cultivo del café. El Control Natural de Insectos en el Ecosistema Cafetero Colombiano :186-203. DOI: https://doi.org/10.38141/10791/0001_8.

Gillén, J. 2008. Campamento, Olancho: El Café (en línea). . Consultado 22 abr. 2023. Disponible en <https://campamentoolancho.blogspot.com/2008/08/el-caf.html>.

Gómez, C. (2010). INSTALACIÓN DE PARCELAS PERMANENTES DE MUESTREO, PPM, EN LOS BOSQUES TROPICALES DEL DARIÉN EN PANAMÁ (en línea). Panamá, s.e. Consultado 22 abr. 2023. Disponible en [https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2890/Technical/GUÍA PARA LA INSTALACIÓN DE LAS PPM.pdf](https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2890/Technical/GUÍA_PARA_LA_INSTALACIÓN_DE_LAS_PPM.pdf).

Gómez Díaz, JD; Monterroso Rivas, AI; Tinoco Rueda, JÁ. 2016. Distribución del cedro rojo (*Cedrela odorata* L.) en el estado de Hidalgo, bajo condiciones actuales y escenarios de cambio climático (en línea). *Madera y Bosques* 13(2):29-49. DOI: <https://doi.org/10.21829/MYB.2007.1321227>.

Gonzales Rojas, M. 2017. Crecimiento y aporte financiero del cedro (*Cedrela odorata* L .) en sistemas agroforestales con café en Pérez Zeledón ,. s.l., universidad Nacional de Costa Rica. .

González-Rojas, M; Murillo-Cruz, R; Virginio-Filho, EDM; Ávila-Arias, C. 2017. Influencia de factores biofísicos y de manejo en el crecimiento de *Cedrela odorata* L. en asocio con café en Pérez Zeledón, Costa Rica (en línea). *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*; Vol. 15, Núm. 36 (2018); 46-58 15(36):46. DOI: <https://doi.org/10.18845/RFMK.V15I36.3420>.

ICF. 2022. Programas - ICF (en línea, sitio web). Consultado 25 abr. 2023. Disponible en <https://icf.gob.hn/programas/>.

Jiménez-Boulanger, F. 1990. La Gerencia y los Sistemas de Producción (en línea). *Revista Tecnología en Marcha* 10(2):ág. 25-29. Consultado 17 mar. 2023. Disponible en https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2598.

Lopez Sanchez, E. 2008. SISTEMAS AGROFORESTALES CON CEDRO ROJO, CEDRO NOGAL Y PRIMAVERA, UNA ALTERNATIVA PARA EL DESARROLLO DE PLANTACIONES FORESTALES COMERCIALES EN LOS TUXTLAS, VERACRUZ, (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2023. Disponible en <https://www.scielo.org.mx/pdf/rcscfa/v13n1/2007-4018-rcscfa-13-01-59.pdf>.

Milera, M. 2013. Contribution of silvopastoral systems to production and environment. .

Miranda, LM; Moya, EG; Valdéz-Hernández, JI; Isidro, V de la C. 2005. Evaluación del sistema agroforestal «árboles en terrenos de cultivo», en Vicente Guerrero, Tlaxcala, México (en línea). Revista Fitotecnia Mexicana 28(3):203-212. Consultado 27 mar. 2023. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61028304>.

Montagnini, F; Somarriba, E; Murgueitio, E; Fassola, H; Eibl, B. 2013. Funciones productivas socioeconomicas y ambientales. Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents :12-26.

Motis, T. 2007. Principios de agroforestería (en línea). . Disponible en <file:///C:/Users/funez/OneDrive/Documentos/Periodo I 2023/pdfanteproyecto/tn-25-principios-de-agroforesteria.pdf>.

North, MP; Tompkins, RE; Bernal, AA; Collins, BM; Stephens, SL; York, RA. 2022. Operational resilience in western US frequent-fire forests (en línea). Forest Ecology and Management 507. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.120004>.

Pantera; Mosquera-Losada, MR; Herzog, F; den Herder, M. 2021. Agroforestry and the environment (en línea). Agroforestry Systems 95(5):767-774. DOI: <https://doi.org/10.1007/S10457-021-00640-8/METRICS>.

Perez Porto, J. 2021. Definición de agroforestería - Qué es, Significado y Concepto (en línea, sitio web). Consultado 11 mar. 2023. Disponible en <https://definicion.de/agroforesteria/>.

Phillips, O; Baker, T; Feldpausch, T; Roel, B. 2016. Manual de campo para el establecimiento y la remediación de parcelas (en línea). Rainfor (November):28. Disponible en https://forestplots.net/upload/es/recursos/RAINFOR_field_manual_ES.pdf.

Ramírez, JAB; Ramírez-García, EO; Alba-Landa, J; Ramírez, JM; Mendizábal-Hernández, L del C; Cruz-Jiménez, H. 2013. VARIACIÓN DE PLANTAS DE *Swietenia macrophylla* King. (en línea). *Foresta Veracruzana* 15(2):31-36. Consultado 30 mar. 2023. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49729248005>.

Recalde Rosero, JE. 2022. DISEÑO AGROFORESTAL PARA EL CULTIVO DE CAFÉ EN ALTURAS (en línea). s.l., Universidad Nacional de Andalucía . 16-17 p. Consultado 27 mar. 2023. Disponible en https://dspace.unia.es/bitstream/handle/10334/7068/1261_Recalde.pdf?sequence=1.

Rolando, E; Ruíz, J; González, WF; Pesantez, P. 2019. SISTEMAS SILVOPASTORILES Y CAMBIO CLIMÁTICO : S ILVOPASTURE S YSTEMS AND C LIMATE CHANGE : E STIMATE AND PREDICTION y Leticia. 29(1):45-55.

Saborío, MF. 2016. Agroforestería y biodiversidad: La importancia de los sistemas agroforestales en la conservación de especies (en línea). *Repertorio Científico* 19(1):1-4. Disponible en <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/2526%0Ahttps://revistas.uned.ac.cr/index.php/repertorio/article/view/2526/3214>.

Somarriba, E. 1990. ¿Que es agroforestería? (en línea). :1-2. Consultado 11 mar. 2023. Disponible en <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/6962>.

Umaña Picado, RA. 2010. Incentivos y barreras para la inversión en plantaciones forestales en Costa Rica. Cartago, INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL. .

Vallejo-Quintero, VE. 2013. IMPORTANCIA Y UTILIDAD DE LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SUELOS MEDIANTE EL COMPONENTE MICROBIANO: EXPERIENCIAS EN SISTEMAS SILVOPASTORILES Importance and utility of

microbial elements in evaluating soil quality: case studies in silvopastoral systems. 16(1):83-99.

Vázquez Chacón, JY. 2020. Swietenia macrophylla: características, hábitat, usos, cultivo (en línea, sitio web). Consultado 30 mar. 2023. Disponible en <https://www.lifeder.com/swietenia-macrophylla/>.

Vera, S. 2016. This fact sheet has been extracted from TNA Report – Ecuador - Technology needs assessment and technology action plans for climate change mitigation . You can access the complete report from the TNA project website <http://tech-action.org/>. :1-2.

Visscher, A. 2022. Definición oficial de agroforestería para mejores políticas | World Agroforestry | Transforming Lives and Landscapes with Trees (en línea, sitio web). Consultado 11 mar. 2023. Disponible en <https://www.worldagroforestry.org/blog/2022/07/25/definicion-oficial-de-agroforesteria-para-mejores-politicas>.

ANEXOS

Anexo 1. Formulario para la recopilación de datos.

Universidad Nacional De Agricultura
Parcela de muestreo permanente en la Aldea El Coyol, Campamento,
Olancho.

Sistema de producción: _____

Coordenadas X: _____ Y: _____

Pendiente: _____

Año: 2023

Nombre: _____

Árbol No	Especie	Dap (cm)	Altura (m)	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Anexo 2. Formulario para el programa de educación ambiental dirigido a productores de la zona de la aldea El Coyol

INFORMACIÓN GENERAL DEL ENTREVISTADO

Comunidad: _____ Municipio: _____

Departamento: _____

Nombre completo del productor: _____

1. ¿Cuánto tiempo ha estado involucrado en la producción en la zona de El Coyol?
 - a) Menos de 1 año
 - b) 1-5 años
 - c) 5-10 años
 - d) Más de 10 años
2. ¿Tiene algún conocimiento previo sobre la importancia de la arborización en sistemas de producción en zonas de recarga hídrica?
 - a) Sí
 - b) No
3. ¿Está interesado en implementar técnicas de arborización en su sistema de producción?
 - a) Sí
 - b) No
4. ¿Qué obstáculos o barreras considera que enfrenta para implementar técnicas de arborización en su sistema de producción?
5. ¿Cuánto tiempo está dispuesto a invertir en la implementación de técnicas de arborización en su sistema de producción?
 - a) Menos de 1 hora al mes
 - b) 1-3 horas al mes
 - c) 3-5 horas al mes
 - d) Más de 5 horas al mes
6. ¿Cuál es su opinión sobre la importancia del agua en la producción agrícola?

- a) No es importante
 - b) b. Es importante pero no es prioritario
 - c) c. Es importante y es prioritario
7. ¿Estaría dispuesto a asistir a talleres y capacitaciones sobre arborización en sistemas de producción en zonas de recarga hídrica?
- a) Sí
 - b) No
8. ¿Considera que es importante establecer un programa de educación ambiental dirigido a productores de la zona de El Coyol para promover la arborización en sistemas de producción en zonas de recarga hídrica?
- a) Sí
 - b) No
9. ¿Tiene alguna sugerencia adicional para mejorar el programa de educación ambiental?
10. ¿Cuáles especies forestales son de su interés para arborizar y por qué?
11. ¿Cuál será el plan de seguimiento y monitoreo de la arborización después de la finalización del programa de investigación, a fin de evaluar el éxito de la plantación y el crecimiento de las especies arbóreas, así como su impacto en el medio ambiente y la comunidad a largo plazo?

Gracias por su tiempo y sus respuestas. Los resultados de este formulario se utilizarán para desarrollar un programa de educación ambiental que satisfaga sus necesidades y promueva la arborización en sistemas de producción en zonas de recarga hídrica en la zona de El Coyol.

Anexo 3. Elaboración de bocashi



Anexo 4. Marcaje del sistema agroforestal y silvopastoril



Anexo 5. Siembra de las plántulas



Anexo 6. Medición de las plantas



Anexo 7. Encuestas a los productores



Anexo 8. Diseño de estrategia de educación ambiental para arborización en sistemas de producción agropecuaria



DISEÑO DE PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL



ANGEL DANIEL FUNEZ ZALDIVAR

I. INTRODUCCIÓN

En el complejo entramado de la producción agropecuaria, la arborización emerge como un elemento estratégico para promover la sostenibilidad ambiental y mejorar la resiliencia de los sistemas agrícolas. Esta iniciativa no solo tiene el potencial de mitigar el impacto ambiental negativo, sino que también puede contribuir a la salud del suelo, la biodiversidad y el bienestar general de las comunidades rurales.

En este contexto, diseñar una estrategia de educación ambiental eficaz se torna crucial. Este proceso implica no solo transmitir conocimientos sobre los beneficios ambientales de la arborización, sino también fomentar la participación activa de agricultores, ganaderos y comunidades locales. La clave radica en adaptar la información a los objetivos específicos de la arborización en el contexto agropecuario, destacando cómo puede contribuir a la conservación del suelo, la captura de carbono y la creación de hábitats propicios para la fauna.

A lo largo de esta conversación, exploraremos en detalle cómo crear una estrategia educativa que promueva la arborización de manera efectiva en el contexto de la producción agropecuaria. Desde enfoques participativos, como talleres y demostraciones en campo, hasta la evaluación continua de la efectividad de la estrategia, nos sumergiremos en la creación de un marco que no solo informe, sino que inspire un cambio positivo en la relación entre la producción agropecuaria y el medio ambiente.

II. JUSTIFICACIÓN

La implementación de un programa de educación ambiental orientado a productores y productoras en el ámbito agropecuario se presenta como una necesidad imperante en el contexto actual. En primer lugar, la arborización de sistemas de producción agropecuaria no solo contribuye a la mitigación del cambio climático al absorber dióxido de carbono, sino que también promueve la conservación del suelo, previene la erosión y mejora la calidad del agua. Este enfoque sostenible no solo beneficia el medio ambiente, sino que también puede aumentar la resiliencia de las operaciones agrícolas ante fenómenos climáticos extremos.

Además, la educación ambiental específica para productores y productoras es esencial para fomentar la adopción de prácticas agrícolas más responsables. Al proporcionar conocimientos sobre la importancia de la arborización y sus beneficios, se incentiva a los agricultores a integrar árboles en sus sistemas de producción, promoviendo así la biodiversidad y la sostenibilidad a largo plazo. Este cambio de mentalidad puede conducir a una mayor eficiencia en el uso de recursos, reducción de insumos y mejora en la productividad, generando un impacto positivo tanto en el entorno como en la viabilidad económica de las actividades agrícolas.

Por último, el programa de educación ambiental no solo se centra en la teoría, sino que busca establecer vínculos prácticos entre los conocimientos adquiridos y la realidad de los productores. La capacitación práctica y el apoyo técnico permiten a los agricultores implementar de manera efectiva medidas de arborización en sus sistemas de producción. Esta integración de teoría y práctica asegura la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos, maximizando así el impacto positivo en la sostenibilidad ambiental y la resiliencia de las comunidades agrícolas.

III. OBJETIVOS: GENERAL Y DOS ESPECÍFICOS

Objetivo General:

Desarrollar e implementar una estrategia de educación ambiental enfocada en la introducción y gestión sostenible de especies arbóreas, como caoba, cedro y laurel, en sistemas de producción agropecuaria.

Objetivos Específicos:

- a. Crear materiales educativos que destaquen los beneficios específicos de la caoba, cedro y laurel en la arborización agropecuaria, considerando las necesidades y expectativas de los productores.
- b. Facilitar talleres prácticos para los agricultores y ganaderos, focalizados en las técnicas adecuadas de plantación, cuidado y manejo sostenible de las especies mencionadas, promoviendo así su integración efectiva en los sistemas de producción.

IV. CONTENIDO DEL PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

El programa de educación ambiental se centra en capacitar a productores, colegios y escuelas en la arborización agropecuaria, destacando la selección y manejo de especies como caoba, cedro y laurel. La capacitación abarca desde técnicas de plantación hasta estrategias de manejo sostenible, resaltando beneficios ambientales y económicos. Además, se promueve la celebración de días especiales como el Día del Árbol, con eventos organizados, actividades de concientización ambiental, y colaboración interinstitucional para fortalecer la participación comunitaria en la conservación y promoción de los árboles.

Público meta: Población en general, sin distinción alguna.

Temas:

- ✓ Beneficios de la arborización
- ✓ Cuidado y mantenimiento de árboles
- ✓ Beneficios Económicos de la Arborización
- ✓ Técnicas de Plantación Eficientes
- ✓ Manejo Sostenible de Áreas Arborizadas
- ✓ Educación Ambiental para Agricultores y Ganaderos
- ✓ Participación Comunitaria
- ✓ Monitoreo del Progreso
- ✓ Incentivos y Subsidios Ambientales

V. METODOLOGÍA DE TRABAJO

Sesiones Informativas y Talleres: Impartir charlas informativas sobre los beneficios de la arborización y organizar talleres prácticos para enseñar técnicas de plantación y manejo sostenible.

Involucramiento Comunitario: Fomentar la participación activa de la comunidad, estableciendo comités de arborización y promoviendo la colaboración entre agricultores, ganaderos y residentes locales.

Demostraciones Prácticas: Realizar demostraciones en terreno de las técnicas de plantación, cuidado y manejo sostenible de árboles en sistemas de producción agropecuaria.

Seguimiento Continuo: Establecer mecanismos de seguimiento para evaluar el progreso de las áreas arborizadas, identificar posibles desafíos y ajustar las estrategias según sea necesario.

Creación de Redes de Apoyo: Facilitar la conexión con instituciones, organismos gubernamentales y organizaciones no gubernamentales que puedan ofrecer apoyo técnico, financiero o logístico.

Celebración de Eventos Especiales: Organizar eventos periódicos, como días de campo o ferias ambientales, para destacar los logros de la arborización y fortalecer el sentido de comunidad.

Evaluación Final: Realizar una evaluación exhaustiva al final del programa para medir el impacto en la arborización, la conciencia ambiental y el compromiso continuo de la comunidad.

VI. RECURSOS

Recursos Humanos:

1. Tesista de Recursos Naturales: Encargado de la implementación y evaluación del programa. Deberá tener habilidades en agroforestería y educación ambiental.
2. Comunidad Local: Participantes activos que contribuyan con conocimientos prácticos, experiencias locales y sirvan como receptores directos de la educación ambiental.

El tesista desempeñará un papel integral en todas las fases del programa, desde la conceptualización hasta la evaluación, mientras que la comunidad local será esencial para asegurar la relevancia y aplicabilidad de la estrategia diseñada.

Recursos Materiales (Adaptados):

1. Material Educativo: Folletos simples, presentaciones visuales y otros recursos de bajo costo adaptados a la comprensión local.
2. Herramientas de Campo: Elementos básicos para demostraciones, platúlas, pequeñas herramientas y material para la plantación de árboles.
3. Transporte: Un medio de transporte accesible para el tesista para desplazarse a las áreas de implementación.
4. Espacios Comunitarios: Utilización de espacios locales para talleres y reuniones comunitarias.
5. Recursos Financieros: Fondos limitados para cubrir gastos mínimos, como impresión de materiales educativos y transporte.