

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y LA CONSERVACIÓN



**EVALUACIÓN DE SISTEMA SILVOPASTORIL CON CAOBA (*Swietenia humilis*) Y
CEDRO (*Cedrela odorata*) EN FINCA EL COYOL, CON UN ENFOQUE
INTEGRADO PARA LA SOSTENIBILIDAD EN ALDEA DEL COYOL,
CAMPAMENTO, OLANCHO.**

Tesis

POR:

DIANA MICHELL HERNÁNDEZ PONCE

CAMPAMENTO, OLANCHO

HONDURAS C.A

DICIEMBRE, 2024

EVALUACIÓN DE SISTEMA SILVOPASTORIL CON CAOBA (*Swietenia humilis*) Y
CEDRO (*Cedrela odorata*) EN FINCA EL COYOL, CON UN ENFOQUE
INTEGRADO PARA LA SOSTENIBILIDAD EN ALDEA DEL COYOL,
CAMPAMENTO, OLANCHO.

POR:

DIANA MICHELL HERNÁNDEZ PONCE

JORGE DAVID ZUNIGA, M.S.c

Director de Tesis

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO LA REALIZACIÓN DE TESIS.

CAMPAMENTO, OLANCHO

DICIEMBRE, 2024

I. Dedicatoria

A Dios Todopoderoso, por brindarme salud, fortaleza y por guiar mis pasos por el camino correcto, permitiéndome acercarme a la realización de un sueño y el cumplimiento de una meta en mi vida.

A mis queridos padres, Erica Ponce e Ildebrando Hernández, mis mayores fuentes de inspiración. No tengo palabras suficientes para agradecerles por todo lo que han hecho por mí. Su apoyo incondicional, su amor inquebrantable y su fe en mí han sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Gracias por creer en mí, por ser los pilares que me han impulsado a seguir adelante, por confiar en mis sueños y en mis expectativas. Su amor, sus sabias enseñanzas y los valores que me han inculcado son la base que ha sostenido cada paso que he dado.

A mi querido tío, **Geraldo Mencía**, quien desde el principio creyó en mí y en mi proyecto, brindándome su apoyo incondicional. Gracias por ser mi mentor y guía en este camino. Desde los primeros pasos hasta la culminación de este sueño, siempre estuvo presente, ofreciendo su ayuda y compartiendo su experiencia. Su generosidad no solo se reflejó en su tiempo, sino también en las personas que me presentó, como **Alejandro Mencía y Don Javier Mencías**, quienes jugaron un papel crucial en el desarrollo de mi tesis. Mi gratitud hacia ustedes es inmensa, porque su apoyo fue fundamental en cada fase de este proceso.

A mi hermano, Erick Hernández, por su inquebrantable fe en mí, por ser mi impulso constante, y por motivarme a seguir adelante, aun en los momentos más difíciles, hasta llegar a este importante logro.

II. Agradecimientos

A Dios, por otorgarme la sabiduría, la fortaleza y el valor necesarios para culminar esta etapa académica tan significativa. Su guía ha sido mi faro en cada paso de este camino.

A mi asesor principal, M.Sc. David Zúniga, por su dedicación, paciencia y apoyo incondicional. Sin sus acertadas palabras y correcciones precisas, este logro habría sido imposible. Gracias por su guía constante y por compartir su sabiduría, que me ha permitido llegar a esta etapa tan ansiada.

A mis asesores auxiliares, M.Sc. Gerardo Jahir Lagos y M.Sc. José Adolfo Pineda, por su exigencia y compromiso. Aprecio profundamente el apoyo brindado y los valiosos conocimientos que me impartieron a lo largo de este proceso. **A los estudiantes de IV año de Recursos Naturales**, quienes me ofrecieron su apoyo en una etapa crucial de mi proyecto. Sin su colaboración, este trabajo no habría sido posible.

A mis queridos amigos de la universidad, que, a pesar de la distancia y el poco tiempo de contacto, siempre estuvieron pendientes de mí. Agradezco profundamente su apoyo, en especial a **Greisy Morazán, Daniela Juárez, José Chirinos**, y mi amada hermana **Daniela Hernández**, quien ha sido una pieza fundamental en este proceso.

A Germán Pineda, por ser mi motor, por impulsarme a seguir adelante y brindarme el apoyo emocional necesario para no rendirme. Gracias por creer en mí desde el principio, por confiar en que podría culminar este proyecto que, en su momento, parecía lejano. Tu confianza ha sido una fuente de inspiración y fortaleza en mi vida.

CONTENIDO

I. Dedicatoria	i
II. Agradecimientos.....	ii
III. INTRODUCCIÓN.....	1
IV. OBJETIVOS.....	3
2.2 Objetivo General.....	3
2.3 Objetivos Específicos	3
V. REVISIÓN LITERATURA.....	4
3.1 Definiciones y conceptos de la agroforestería	4
3.1.1 Principios de la agroforestería.....	4
3.1.2 Ventajas y desventajas de la agroforestería	5
3.2 Importancia de los sistemas agroforestales.....	6
3.2.1 Definición y concepto de sistemas agroforestales.....	6
3.2.2 Productividad de los sistemas agroforestales	7
3.3 Características de los sistemas agroforestales	7
3.4 Importancia de los sistemas silvopastoriles	8
3.4.1 Definición y concepto de sistemas silvopastoriles.....	9
3.4.2 Productividad de los sistemas silvopastoriles	9
3.5 Generalidades de cedro (<i>Cedrela odorata</i>).	10
3.5.1 Taxonomía	10
3.5.2 Condiciones ambientales.....	10
3.5.3 Usos.....	11
3.6 Generalidades de Caoba (<i>Swietenia humilis</i>).....	11

3.6.1 Taxonomía	11
3.6.1 Condiciones ambientales.....	11
3.6.2 Usos.....	12
3.7 Plagas y enfermedades.....	12
3.7.1 Plagas	12
3.7.2 Enfermedades	12
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.	14
4.1. Descripción del área de estudio.	14
4.2. Materiales y equipo.....	15
4.3 Método de la Investigación.....	15
4.3.1. Fase1: Restablecimiento de la parcela permanente.....	16
4.3.2. Fase2: Análisis del crecimiento y salud de las plantaciones.	18
4.3.2. Fase 3: Diseñar e implementar programas educativos	21
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
1.3 Establecimiento de la parcela silvopastoril	24
1.4 Evaluación de la parcela silvopastoril	25
5.2.1. Diámetro.....	25
5.2.2. Altura.....	26
5.2.3. Relación del diámetro y altura.	27
5.3. Promedios de diámetro de la plantación de la parcela silvopastoril.	29
5.3.1. Promedios de diámetro.....	29
5.3.2. Promedios de Altura	30
5.5. Programa de educación ambiental	32
VIII. CONCLUSIONES.....	39
IX. RECOMENDACIONES	40
X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	vii
XI. ANEXOS.....	x

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica de la zona de estudio.	15
Figura 2: Sistema Silvopastoril	17
Figura 3. Ubicación de la parcela demostrativa con un diseño silvopastoril.	24
Figura 4. Diámetro de las plantas de Cedrela odorata y Swietenia humilis en el sistema silvopastoril después de haber terminado de establecer las parcelas.....	26
Figura 5. Altura de las plantas de Swietenia humilis y Cedrela odorata después de haber establecido la parcela silvopastoril.	27
Figura 6. Relación diámetro y altura de Swietenia humilis en el sistema silvopastoril a un mes de haber establecido la parcela.....	28
Figura 7. Relación de diámetro y altura de Swietenia humilis en el sistema silvopastoril a un mes de haber establecido la parcela.	29
Figura 8. Diámetro promedio de la parcela silvopastoril en la aldea El Coyol, Campamento, Olancho.	30
Figura 9. Altura promedio de la parcela silvopastoril en la aldea El Coyol, Campamento, Olancho.....	31
Figura 12. Grafica del tiempo involucrado en la producción en la Aldea el Coyol.	33
Figura 13. Grafica sobre el conocimiento de los productores sobre la arborización. ...	34
Figura 14. Grafica sobre los obstáculos o barreras que tiene los productores que enfrentan para implementar técnicas de arborización.	35
Figura 15. Grafica sobre la importancia del agua en la producción agrícola.	36
Figura 16. Grafica donde los productores nos dieron las sugerencias adicionales para el mejoramiento del programa de educación.....	37

LISTADO DE ANEXOS

<i>Anexo 1:</i> Formulario para la recopilación de datos de la PMP establecida.	x
<i>Anexo 2:</i> Formulario para la recopilación de datos de las planta vivas y muertas.	x
<i>Anexo 3:</i> Formulario para el programa de educación ambiental dirigido a productores de la zona de la aldea El Coyol	xii
<i>Anexo 4:</i> Elaboración de estacas y banderines para el marcaje del terreno.....	xiv
<i>Anexo 5:</i> Instalación de Banderines en la Parcela	xiv
<i>Anexo 6:</i> Traslado de las plantas de ICF a la propiedad y medición e enumeración de las plantas.....	xv
<i>Anexo 7:</i> Días de plantaciones de las plántulas con los estudiantes.	xvi
<i>Anexo 8:</i> Segunda etapa de medición y ver la vitalidad de las plántulas.....	xvii
<i>Anexo 9.</i> Observación de plagas en la parcela	xviii
<i>Anexo 10:</i> Charlas y Encuestas.....	xix
<i>Anexo 11:</i> Diseño de estrategia de educación ambiental para arborización en sistemas de producción agropecuaria.....	xix

III. INTRODUCCIÓN

La conservación y el manejo sostenible de los recursos forestales son aspectos fundamentales para garantizar la continuidad de los servicios ecosistémicos y el suministro de productos maderables de alta calidad. (LEY FORESTAL, ÁREAS PROTEGIDAS Y VIDA SILVESTRE n.d.). En este sentido, la caoba (*Swietenia humilis*) y el cedro (*Cedrela odorata*) representan especies de gran valor económico y ecológico en la región de Olancho, Honduras.

La Finca El Coyol, ubicada en Aldea de Coyol, Campamento, Olancho, se ha destacado por su compromiso con la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible de los recursos naturales. En este contexto, se propone el establecimiento y la evaluación de parcelas de muestreo permanente (PMP) de caoba y cedro en dos sistemas de producción agropecuario en la finca, con el objetivo de generar información relevante para su manejo y conservación.

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).

En este contexto, esta investigación tiene 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.

IV. OBJETIVOS

2.2 Objetivo General

Evaluar de manera integral el sistema silvopastoril con caoba y cedro en finca ganadera en Aldea de Coyol, Campamento, Olancho, centrándose en su contribución a la sostenibilidad ambiental, económica y social de la región.

2.3 Objetivos Específicos

Restablecer las plantaciones de caoba y cedro en el área de producción, evaluando su estado inicial mediante lineamientos dasométricos y monitoreo de su sanidad para garantizar su adecuado desarrollo.

Diseñar e implementar programas educativos que destaquen los beneficios y las mejores prácticas de los sistemas agroforestales.

V. REVISIÓN LITERATURA

3.1 Definiciones y conceptos de la agroforestería

La agroforestería o agrosilvicultura es una alternativa integral de producción que ayuda a mantener la productividad, proteger los recursos naturales, minimizar los impactos ambientales y satisfacer las necesidades económicas y sociales de la población. Asimismo, la agroforestería es un sistema de uso de la tierra que combina árboles con pasturas o cultivos agrícolas, generando sistemas de producción sostenibles en una misma área (Sharry, 2022).

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.

3.1.1 Principios de la agroforestería

La agroforestería se basa en principios que promueven la sostenibilidad ambiental y el equilibrio ecológico, como la realización de actividades agrícolas y pecuarias de baja intensidad en áreas aptas, la implementación de prácticas agroforestales y silvopastoriles compatibles con la conservación del área, y el manejo adecuado de recursos naturales para el desarrollo social. Se orienta hacia la sustentabilidad, reduciendo el uso de agroquímicos e insumos externos, y busca beneficiar a las comunidades locales mientras se evitan impactos ambientales irreversibles (Gutiérrez et al., 2007).

3.1.2 Ventajas y desventajas de la agroforestería

La Agroforestería es frecuentemente señalada como una solución a los problemas de degradación de la tierra y del agua, y como una respuesta a la escasez de alimento, leña, ingreso, forraje animal y materiales de construcción. La amplitud y la variedad de sistemas y prácticas agroforestales implica que la Agroforestería puede ofrecer soluciones parciales para muchos problemas productivos y de uso de la tierra en las zonas rurales (Mendieta and Rocha 2007).

Según el manual de agroforestería realizado por ANAM, JICA y CEMARE (2000) se presentan en la siguiente tabla las ventajas y desventajas de la agroforestería:

Tabla 1: Ventajas y Desventajas de la Agroforestería.

Ventajas de la agroforestería	Desventajas de la Agroforestería
« Mejoramiento del espacio. « Mejoramiento de características químicas, físicas y biológica del suelo. « Mejoramiento de la producción agrícola. « Reducción de erosión del suelo. « Favorece microclimas extremos. « Reducción de riesgo de fallo del producto agrícola. « Provisión de soporte físico a cultivos con tallo aéreo. « Uso positivo de las áreas bajo sombra.	« Aumento de la competencia « La pérdida potencial de nutrientes « Daño por tala « Daño a los arboles en los sistemas silvopastoriles. « Alelopatía « Hospedero de plagas y enfermedades

Fuente: ANAM, JICA y CEMARE (2000).

3.2 Importancia de los sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales son clave para conservar la biodiversidad y la sostenibilidad agrícola. Al combinar árboles con cultivos, ofrecen beneficios como protección del suelo, regulación del agua y mejora de la calidad de vida. Promueven la biodiversidad al proporcionar hábitats para diversas especies y mejorar la variabilidad genética. Fomentar estas prácticas es crucial para un equilibrio ambiental adecuado y una producción sostenible (Corella, 2015).

Igualmente, Mendieta y Rocha (2007), mencionan que los sistemas agroforestales son de gran importancia debido a su capacidad para combinar procesos agroecológicos que incluyen la conversión de energía solar en biomasa, la fijación de nitrógeno atmosférico, la protección del agua, la rehabilitación de suelos degradados, el reciclaje de nutrientes, la oferta de hábitat para organismos controladores biológicos y la conservación de la biodiversidad.

3.2.1 Definición y concepto de sistemas agroforestales

Según Mosquera, Moreno, Freijanes, Domínguez y Rodríguez (2015), “Los sistemas agroforestales (SAF) son formas tradicionales de gestión del territorio que llevan miles de años funcionando en España y países del entorno, que en la actualidad llaman la atención por permitir la mejora de la producción por unidad de superficie, al mismo tiempo que fomentan la biodiversidad y la estabilidad de los sistemas frente al cambio climático.”

El International Council for Research in Agroforestry (1986) la define como: “Sistema sostenido del manejo de la tierra que aumenta su rendimiento total, combina la producción de cultivos con especies forestales y/o animales, en forma simultánea o secuencial sobre la misma superficie de terreno, y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local”.

3.2.2 Productividad de los sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales combinan árboles, cultivos y a veces ganado en un mismo espacio y tiempo para optimizar el uso del terreno, diversificar las plantaciones y aumentar la productividad. Ofrecen beneficios como aprovechar el espacio de siembra, diversificar la producción e ingresos, absorber carbono, obtener subproductos maderables y conservar la biodiversidad, el suelo y el agua (Damaris and Berrío 2016).

Además, según López y Moreno (2007) la productividad de los sistemas agroforestales puede variar según diversos factores, como el tipo de suelo, la fertilización aplicada, la especie vegetal utilizada y las prácticas de manejo. Estos sistemas pueden ser más eficientes en el uso de recursos y en la reducción de impactos ambientales, como la erosión, la contaminación del agua y la pérdida de biodiversidad.

3.3 Características de los sistemas agroforestales

Según Figueroa (2009) los sistemas agroforestales tienen características fundamentales las cuales son:

A. Árboles de uso múltiple

Budowsky (1987) cit. por Musálem (2001), lo define como: un árbol de uso múltiples uno que, en adición de los productos y servicios normalmente esperados como madera, influencias micro climáticas, mejoramiento del suelo, adición de materia orgánica, proporciona productos y servicios adicionales tales como fijación de nitrógeno, forraje, productos comestibles para humanos, gomas, fibras y productos medicinales.

B. Sostenibilidad

Se describe como un enfoque de gestión de la tierra sostenible que aumenta la producción total al combinar la agricultura de cultivos (incluidos los árboles) y la producción forestal y/o animal, de forma simultánea o secuencial, en la misma área. La sostenibilidad de este sistema se refiere a su capacidad para satisfacer las crecientes necesidades humanas sin dañar, y preferiblemente preservando, los recursos fundamentales en los que se basa.

C. Multidisciplinariedad

La agroforestería, como disciplina científica, abarca tres campos fundamentales: la silvicultura, la agronomía y la ganadería. Su objetivo es integrar estos componentes de manera que se logre un sistema de gestión que satisfaga las necesidades específicas de cada uno, garantizando al mismo tiempo una producción óptima.

3.4 Importancia de los sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles combinan árboles, arbustos forrajeros y pastos con la ganadería en la finca, buscando una gestión sostenible de los recursos y mejorando la fertilidad del suelo a largo plazo. La diversidad de forrajes es crucial para una alimentación animal adecuada y para mitigar los efectos del clima. Estas estrategias pueden hacer que las actividades ganaderas sean más sostenibles y beneficiar tanto la producción como el medio ambiente(PRESAAC 2016).

En relación con el tema, Mahecha (2003) dice que los sistemas silvopastoriles son una opción estratégica para la ganadería, ya que combinan árboles perennes con forrajes herbáceos y animales. Esto mejora la calidad del forraje, estabiliza la producción y

aumenta la eficiencia ganadera. Además, la presencia de árboles en los potreros proporciona sombra para los animales, protegiéndolos de condiciones climáticas adversas y mejorando su bienestar.

3.4.1 Definición y concepto de sistemas silvopastoriles

Según (Jiménez and Sepúlveda n.d.)

“Un sistema silvopastoril es una forma de producción animal que combina ganado, pasto y árboles y/o arbustos (leñosas perennes) en una misma área. Los tres componentes interactúan por medio de un sistema de manejo integral que permite que los árboles actúen de forma benéfica sobre los pastos y animales. Cualquier especie arbórea puede ser utilizada en un SSP, sin importar la especie, la función y las características de los árboles y/o arbustos.”

El propósito de los sistemas silvopastoriles es maximizar la producción de árboles, forraje y animales. Estos sistemas son viables tanto en propiedades pequeñas como en grandes extensiones de tierra, lo que crea oportunidades para que inversores forestales se asocien con ganaderos para obtener ingresos anuales (Esquivel and Lacorte n.d.).

3.4.2 Productividad de los sistemas silvopastoriles

La productividad de los sistemas silvopastoriles se relaciona con la eficiencia y el rendimiento de estas prácticas que combinan cultivos agroecológicos de arbustos forrajeros con pastos para el pastoreo directo del ganado. Estudios han examinado la productividad y rentabilidad de estos sistemas intensivos en América Latina, como en Michoacán, México, donde se ha notado un aumento en la producción de leche y en el

peso de los animales al emplear una combinación de gramíneas y leguminosas(Estrada López et al. 2018).

La CIPAV Y FAO (2020) dice que estos sistemas contribuyen a mejorar la productividad de la tierra, la producción de carne y leche, así como el desempeño económico a nivel de finca, lo que los convierte en una opción eficiente y sostenible para la ganadería. La integración adecuada de árboles, pastos y animales en los sistemas silvopastoriles permite optimizar la producción agrícola y ganadera, promoviendo la autosuficiencia y sostenibilidad del sistema

3.5 Generalidades de cedro (*Cedrela odorata*).

3.5.1 Taxonomía

El cedro (*Cedrela odorata*), también conocido como cedro rojo, es un árbol caducifolio de mediano a grande que alcanza alturas de 10 a 20 metros y un diámetro a la altura del pecho de 60 cm a 100 cm. Su corteza externa es amarga y de color rojizo, mientras que la interior es rosada. La copa es redonda y presenta ramificaciones gruesas con lenticelas redondas en ramas jóvenes. El fuste es recto, bien formado y cilíndrico, con contrafuertes en la base. El cedro se distribuye en América Central y del Sur, desde el Norte de México hasta el Norte de Argentina, incluyendo las islas del Caribe. (González et al. 2021)

3.5.2 Condiciones ambientales

El cedro es un árbol de tamaño variable que se encuentra en climas tropicales con alta exposición solar y temperaturas promedio anuales de 22 a 27 grados Celsius. Prefiere suelos ácidos, arcillosos y bien drenados, así como áreas recientemente inundadas. También puede crecer en suelos con textura arcillo-limosa y pH moderadamente ácido a ligeramente alcalino(Fernández 2005)

3.5.3 Usos

La madera del cedro es densa y de alta calidad, utilizada en una variedad de aplicaciones como construcción ligera, decoración de interiores, construcción naval, muebles finos, instrumentos musicales, entre otros. Su agradable aroma la hace ideal para joyeros, cajas de cigarros y muebles que requieren protección contra polillas. Las ramas se emplean en cercas vivas, postes y como leña. Durante la floración, atrae a las abejas y produce néctar en abundancia si las condiciones climáticas son favorables. (Ávila et al. n.d.)

3.6 Generalidades de Caoba (*Swietenia humilis*)

3.6.1 Taxonomía

La caoba es un árbol grande que puede llegar a medir entre 20 y 35 metros de altura, con hojas grandes y brillantes en la parte superior y verde oscuro en la parte inferior. Produce flores blancas cremosas en panículas y frutos en forma de pera con semillas cubiertas por un ala café. Para germinar las semillas, se recomienda enterrarlas ligeramente en una mezcla de tierra y arena, preferiblemente colocadas en posición vertical. La raíz suele emerger entre 40 y 78 días, con una tasa de germinación que varía del 60% al 84%, dependiendo de la calidad de la semilla (Rojas Rodríguez and Torres Córdoba 2008)

3.6.1 Condiciones ambientales

Según Synnott, (2009) El desarrollo óptimo de la caoba depende en gran medida de las condiciones ambientales. Este árbol prefiere suelos profundos y ricos en materia orgánica. Aunque las plántulas jóvenes pueden crecer en sombra parcial o total, necesitan niveles más altos de luz para crecer bien. Se recomienda que al menos la mitad de la luz solar

llegue a las plantas para un crecimiento adecuado, aunque algo de sombra lateral puede ser beneficiosa durante los primeros años.

3.6.2 Usos

La caoba es valorada por su belleza, durabilidad y facilidad de trabajo. Estados Unidos es el mayor consumidor mundial de esta madera y tiene normas estrictas para su importación. La caoba puede germinar en diversos niveles de sombra y mantener un balance de carbono positivo incluso en condiciones de poca luz. Su uso comercial y manejo sostenible son importantes para su conservación y aprovechamiento en diferentes partes del mundo. (Synnott 2009)

3.7 Plagas y enfermedades

3.7.1 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 2012).

3.7.2 Enfermedades

Mancha foliar: varios hongos causantes de machas 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 (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: “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”.

VI. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1. Descripción del área de estudio.

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

La aldea El Coyol se encuentra en el sureste del municipio de Campamento, en Honduras. Su ubicación geográfica está aproximadamente a una altitud de 702 metros sobre el nivel del mar (MSNM). En cuanto a la temperatura, al estar en una región montañosa, puede experimentar variaciones climáticas significativas. Sin embargo, en general, la temperatura tiende a ser fresca debido a la altitud, con promedios que oscilan entre los 20°C y 25°C durante el día y descensos por la noche, especialmente en las estaciones más frescas.

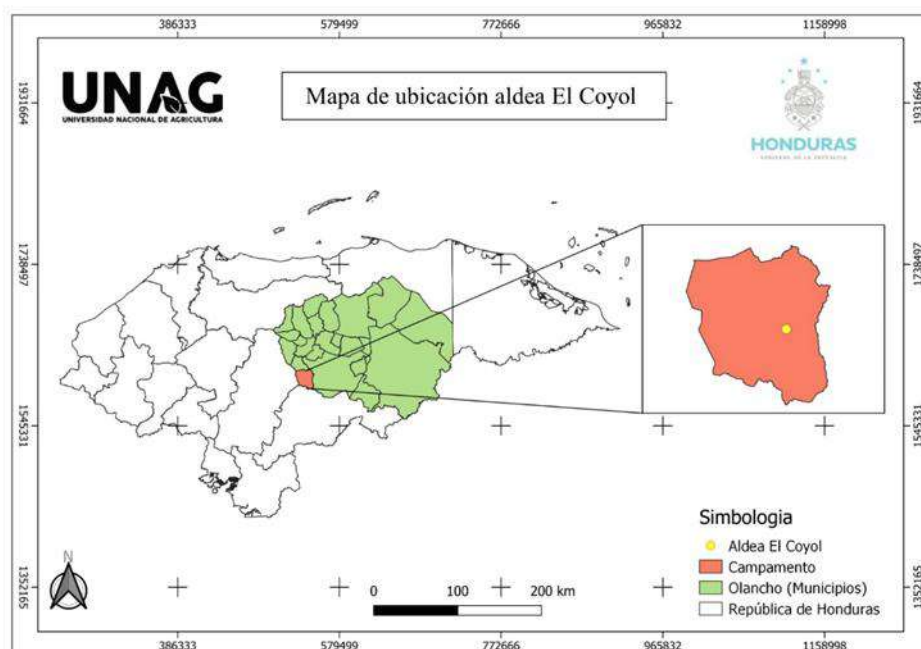


Figura 1: Ubicación geográfica de la zona de estudio.

4.2. Materiales y equipo

Para esta actividad se recopilaron los siguientes materiales. Para la fase de medición, se utilizó instrumentos como la brújula, el metro y las estacas. Para la plantación, se utilizaron herramientas como el azadón, el machete, el dúplex y la barra. En la fase de evaluación, se utilizaron el pie de rey, tableros, papel bond, lápices, insecticida, marcadores permanentes y cintas forestales. Finalmente, para el análisis de datos, se dispuso de una computadora portátil equipada con software especializado como Excel, Word, QGIS e InfoStat.

4.3 Método de la Investigación

Para lograr de los objetivos propuestos en la presente investigación, se planteó y se realizó en tres fases con sus respectivas actividades.

4.3.1. Fase1: Restablecimiento de la parcela permanente

Restablecer plantaciones de caoba y cedro en el área de producción y monitorear el desarrollo a lo largo del tiempo.

Para restablecer las parcelas, se ejecutaron una serie de tareas técnicas. Estas incluyeron la limpieza del terreno para eliminar maleza y obstáculos, el nivelado del suelo según sea necesario (comaleo), Se realizó la instalación de estacas nuevas para brindar soporte adecuado a las plantas. Para facilitar la identificación de las áreas de intervención y el monitoreo posterior, se implementó un sistema de codificación por colores en las estacas. En este esquema, el color amarillo identifica las plantas previamente establecidas, el color rojo señala las zonas en las que se introdujeron nuevas plantas en áreas previamente vacías, y el color azul marca los límites del terreno. La reposición de aquellas que hayan fallecido. Estas acciones fueron cruciales para optimizar las condiciones de crecimiento y asegurar la salud y productividad de la parcela.

- Selección de área adecuadas para las plantaciones

Dado que se trata de parcelas previamente establecidas, esta actividad implica la creación de una parcela forestal, abarcando una superficie de $10,000m^2$. La parcela enfocada en el silvopastoril siguió un diseño de 3x8.

- Diseño de la distribución

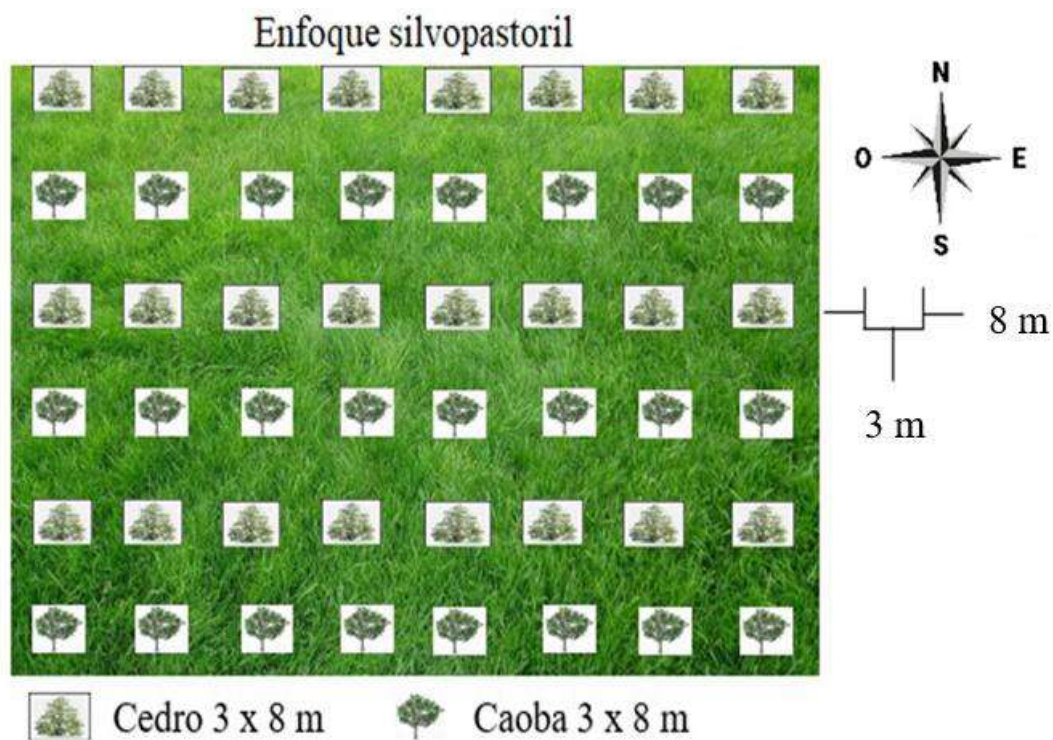


Figura 2: Sistema Silvopastoril

- Preparación del terreno.

Antes de la siembra, se ejecutaron las labores preliminares de preparación del terreno, las cuales comprenden la eliminación de la vegetación no deseada y la excavación de los hoyos adecuados, así como la instalación de estacas, con el propósito de garantizar las condiciones idóneas del suelo para el desarrollo óptimo de las plantas

- Adquisición de plántulas de caoba (*Swietenia humilis*) y cebro (*Cedrela odorata*).

Las plántulas adquiridas fueron de calidad, sanas y libres de plagas y enfermedades, provenientes del vivero forestal del ICF (Guaimaca).

- Establecimiento de la parcela permanente.

En la plantación se llevaron a cabo siguiendo las especificaciones técnicas correspondientes a cada especie forestal y a el sistema de producción agropecuario establecido, incluyendo la reposición de plantas en las áreas donde hayan muerto, con el fin de garantizar la integridad y diversidad del cultivo.

4.3.2. Fase2: Análisis del crecimiento y salud de las plantaciones.

Se evaluó el crecimiento y daño de la plantación de caoba y cedro en fincas ganaderas:

- Parámetros de Evaluación del Desarrollo y Salud de la Plantación

Altura: Para medir la altura de las plantas, se utilizó una cinta métrica, registrando la distancia desde la base de la planta hasta el ápice. Este parámetro se evaluó en dos momentos: al momento de la siembra y un mes después, abarcando toda la plantación para determinar el crecimiento inicial de las plantas.

Diámetro del tallo: La medición del diámetro del tallo se realizó utilizando un calibre vernier, tomando las lecturas a una altura de 1 a 2 cm desde la superficie del suelo. Este método permitió obtener datos precisos sobre el grosor de los tallos, un indicador importante del vigor de las plantas.

Plagas: La evaluación de plagas se llevó a cabo mediante inspección visual detallada del follaje y los tallos, buscando signos de daño, presencia de insectos, huevos o cualquier síntoma asociado con infestaciones. Además, se implementó una búsqueda

sistemática de plagas en áreas específicas para asegurar una identificación precisa y oportuna.

Diagnóstico de sobrevivencia: Para determinar la tasa de sobrevivencia de la plantación, se numeraron individualmente las plantas al momento de la siembra. Este sistema de identificación permitió realizar un seguimiento efectivo de la vitalidad de cada planta, facilitando la detección de aquellas que no sobrevivieron durante el periodo de monitoreo.

- Evaluación de las parcelas ya establecidas.

Para la evaluación de las parcelas establecidas, se empleó una tabla que contuvieron criterios tales como la fecha de evaluación, la especie vegetal en análisis, la altura y diámetro promedio, el daño general, así como la identificación y registro de posibles plagas, en caso de ser detectadas (anexo 1). Este enfoque sistemático permitirá una evaluación integral y detallada del estado de las plantas en las parcelas establecidas.

- Evaluación de la vitalidad de parcelas establecidas mediante la evaluación de su tasa de supervivencia vegetal.

Durante el proceso de evaluación de las plantas en la Parcela de Muestreo Permanente (PMP), se realizó un análisis exhaustivo que incluyó el conteo de plantas muertas y vivas (Anexo 2). Esta información fue crucial para determinar el estado de salud y la viabilidad de la vegetación en la parcela.

- Evaluación completa de las parcelas

En esta sección final, se realizó una evaluación exhaustiva de los parámetros especificados en el (Anexo 1), que incluyó: la fecha de evaluación, la especie, el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura total, el diámetro de la copa, el estado general, y las plagas observadas. Se empleó metodologías estandarizadas y equipos de precisión para medir estos parámetros, asegurando la exactitud y fiabilidad de los datos. Esta evaluación permitió documentar y comparar el estado actual de las parcelas de caoba y cedro, proporcionando información crítica sobre su salud y desarrollo a lo largo del tiempo.

- Resultados de los análisis y la comparación de la parcela ya establecida

El enfoque metodológico consistió en un análisis comparativo, utilizando una tabla de comparación para evaluar la parcela de la finca, dedicada a la ganadería. Los criterios considerados comprendieron la altura promedio, el diámetro promedio, la densidad poblacional, la tasa de crecimiento y la supervivencia. Estos criterios fueron comparados entre dos períodos temporales distintos: el año anterior y el actual.

Altura promedio: Se muestra la altura promedio de los árboles de caoba y cedro en la parcela durante el año anterior y el año actual.

Diámetro promedio: Se compara el diámetro promedio de los árboles de caoba y cedro en la parcela durante el año anterior y el año actual.

Densidad de población: Muestra el número de árboles por hectárea en cada parcela durante el año anterior y el año actual.

Tasa de crecimiento: Compara la tasa de crecimiento en centímetros por año de los árboles de caoba y cedro entre el año anterior y el año actual.

Supervivencia: Muestra el porcentaje de árboles que sobrevivieron en cada parcela entre el año anterior y el año actual.

4.3.2. Fase 3: Diseñar e implementar programas educativos

Se diseñó e implementó un programa educativo que destacó los beneficios y las mejores prácticas del sistema agroforestal, con el objetivo de fomentar su adopción y manejo sostenible en la comunidad local.

- 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.

- 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.

- 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.)

- Implementación del programa:

Una vez diseñado el programa, se procedió a su implementación. Durante esta fase, se impartieron las charlas, talleres y visitas de campo planificadas para los productores locales.

- Evaluación del programa:

El propósito principal de la evaluación del programa es servir de ejemplo a los productores locales, para que adopten los sistemas implementados. Esto implicó evaluar cómo se están desarrollando las plantaciones forestales en términos de cumplimiento de los objetivos establecidos, utilización adecuada de recursos, impacto en el medio ambiente, beneficios socioeconómicos y participación de la comunidad local. También incluyó la evaluación de la capacidad de adaptación del programa a cambios en el entorno, la eficacia de las estrategias implementadas y la identificación de oportunidades para mejorar la gestión del programa, de igual forma el programa se evaluará con encuestas propuestas por el encargado.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1.3 Establecimiento de la parcela 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. Este enfoque facilitó 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.

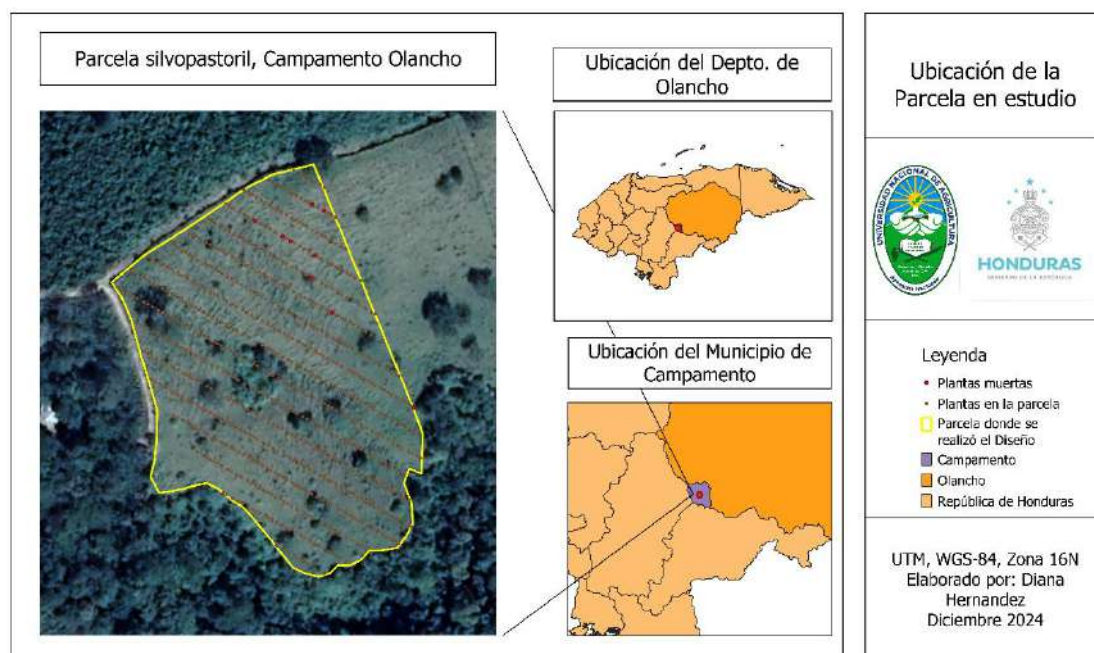


Figura 3. Ubicación de la parcela demostrativa con un diseño silvopastoril.

En la **Figura 3** La imagen presenta la ubicación y el diseño de una parcela silvopastoril localizada en el municipio de Campamento, Olancho, donde se identifican individuos arbóreos vivos (representados por puntos anaranjado) y plantas muertas (indicadas por puntos rojos). La mortalidad de las plantas puede atribuirse a factores abióticos como déficit hídrico, baja fertilidad edáfica o alta exposición a radiación solar; factores bióticos como infestación por plagas, enfermedades o competencia interespecífica por recursos; así como a deficiencias en el manejo silvicultural, tales como inadecuada selección de especies o falta de mantenimiento.

1.4 Evaluación de la parcela silvopastoril

5.2.1. Diámetro

En este análisis **Figura 4**, se observa la densidad de individuos por hectárea de *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis* distribuidos en distintas clases de altura, evidenciando patrones contrastantes en su regeneración y desarrollo. *Cedrela odorata* concentra su mayor densidad en las clases de menor altura, mostrando una rápida disminución en las clases superiores, lo que indica altas tasas de mortalidad o limitaciones en su crecimiento. En contraste, *Swietenia humilis* presenta una distribución más equilibrada, con mayor estabilidad en las clases intermedias y una menor representación en los extremos, lo que sugiere un mejor desempeño en etapas juveniles.

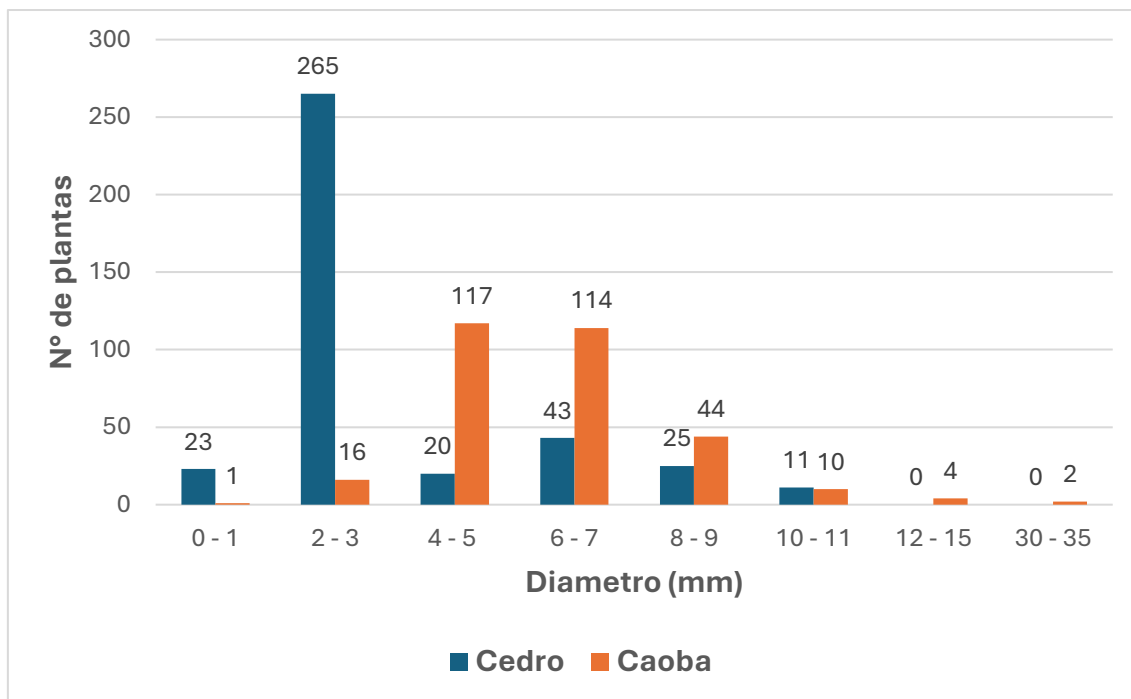


Figura 4. Diámetro de las plantas de *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis* en el sistema silvopastoril después de haber terminado de establecer las parcelas.

5.2.2. Altura

En este análisis **Figura 5**, se observa la densidad de individuos por hectárea de *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis* distribuidos en diferentes intervalos de altura, reflejando diferencias en sus patrones de crecimiento y desarrollo. *Swietenia humilis* alcanza su mayor densidad en las clases de 16-20 cm y 21-29 cm, lo que sugiere un buen establecimiento en etapas juveniles, aunque su presencia disminuye progresivamente en las clases superiores. Por otro lado, *Cedrela odorata* presenta densidades menores en las clases iniciales, pero incrementa significativamente en las clases superiores, alcanzando un máximo en 40 – 49 cm, lo que indica un mejor desempeño en etapas más avanzadas de crecimiento.

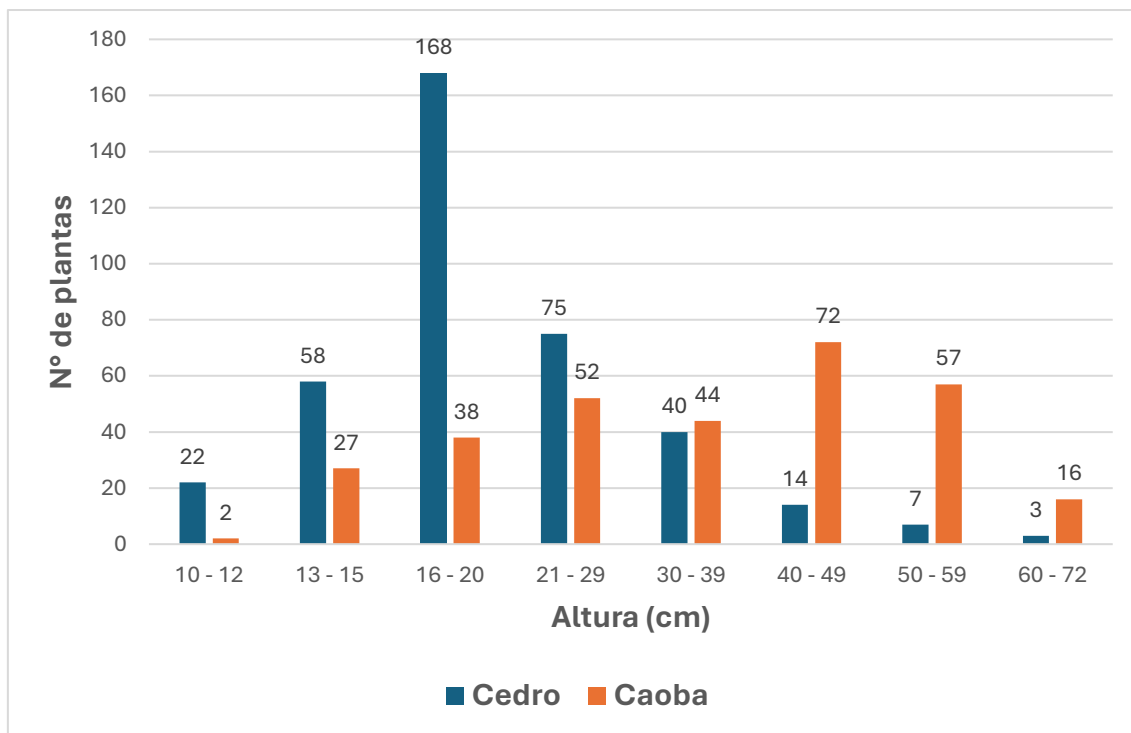


Figura 5. Altura de las plantas de *Swietenia humilis* y *Cedrela odorata* después de haber establecido la parcela silvopastoril.

5.2.3. Relación del diámetro y altura.

5.2.3.1 Relación del diámetro y altura de la *Swietenia humilis*.

La dispersión de los datos **Figura 6**, en este momento sigue una ecuación lineal, con un R^2 de 0.6016, lo que indica que el 60.15% de la variación en la altura puede explicarse por el diámetro. Esto muestra una relación moderada entre ambas variables. El R^2 representa el grado de ajuste de los datos a la ecuación, y en este caso, refleja que, aunque existe una tendencia lineal, hay una dispersión significativa en los datos.

Análisis Técnico

La gráfica muestra una relación positiva entre el diámetro (en cm) y la altura (en cm) de las plantas de *Swietenia humilis*, representada mediante una línea de tendencia lineal con

ecuación $y = 2.9386x + 9.6743$ y un $R^2 = 0.6015$. Esto indica que el diámetro de las plantas tiene una influencia significativa en su altura, aunque la relación no es perfecta debido a que el R^2 no llega a 1. Esta relación es común en estudios de crecimiento de especies arbóreas, donde un mayor diámetro suele correlacionarse con un mayor crecimiento en altura. Comparado con estudios previos de especies similares, como *Swietenia macrophylla* o *Cedrela odorata*, esta relación también muestra una correlación moderada, aunque los coeficientes y las pendientes varían según las condiciones ecológicas y los métodos de análisis utilizados. (Snook et al. 2005)

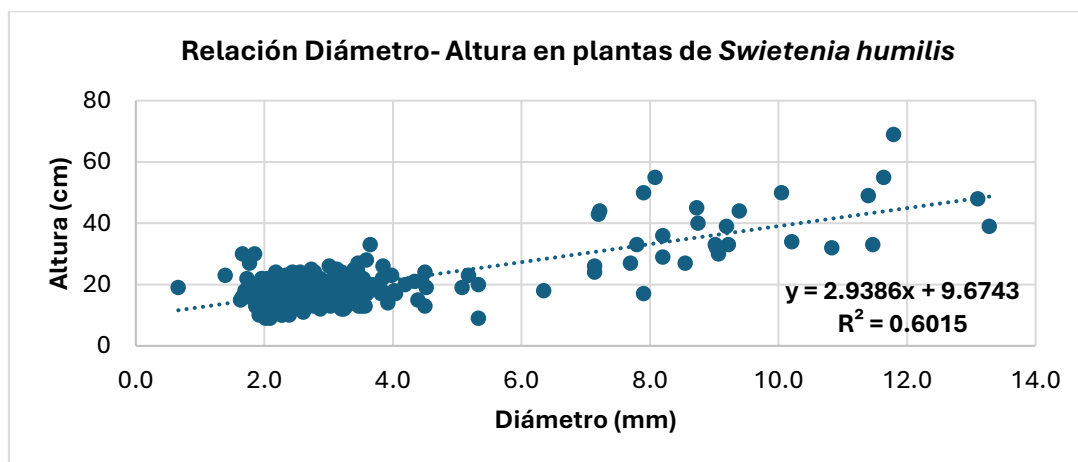


Figura 6. Relación diámetro y altura de *Swietenia humilis* en el sistema silvopastoril a un mes de haber establecido la parcela.

5.2.3.2 Relación del diámetro y altura de la *Cedrela odorata*.

La dispersión de los datos **Figura 7**, en este momento sigue una ecuación lineal, con un R^2 de 0.0951, lo que indica que solo el 9.51% de la variación en la altura puede explicarse por el diámetro. Esto refleja una relación débil entre ambas variables, con una alta dispersión en los datos. El R^2 representa el ajuste de los datos a la ecuación, y en este caso, el bajo valor sugiere que existen otros factores que influyen significativamente en la variación de la altura en *Cedrela odorata*.

Análisis Técnico

La gráfica muestra una relación lineal entre el diámetro y la altura de las plantas de *Cedrela odorata*, con la ecuación $y=1.6497x+24.097$ y un $R^2=0.0951$, lo que indica una correlación débil entre estas dos variables. Esta baja relación sugiere que otros factores, además del diámetro, pueden estar influyendo en el crecimiento en altura, como las condiciones ambientales o el tipo de manejo silvicultural. En comparación con otros trabajos, como el de (Carvajal-Arroyo et al. 2021), que encontró una relación más fuerte en especies como *Tectona grandis* con un R^2 cercano a 0.75, este resultado podría ser indicativo de las características particulares de *Cedrela odorata* en el sitio de estudio.

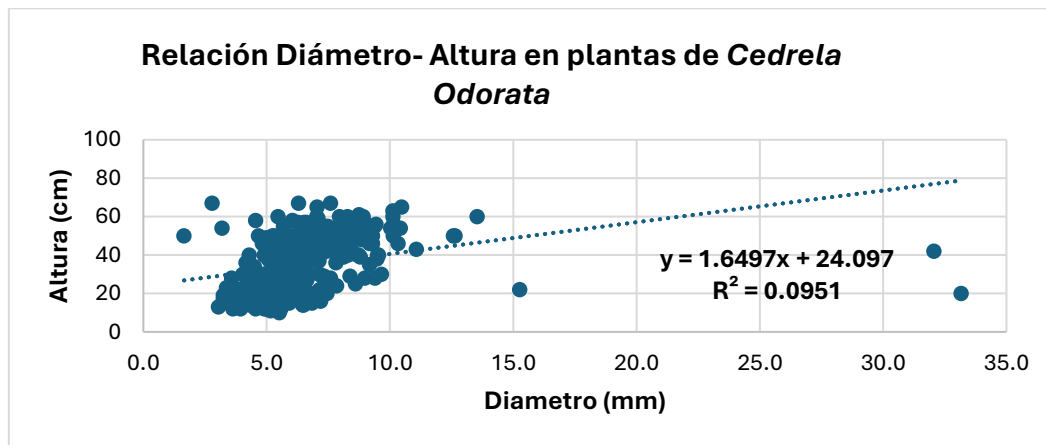


Figura 7. Relación de diámetro y altura de *Swietenia humilis* en el sistema silvopastoril a un mes de haber establecido la parcela.

5.3. Promedios de diámetro de la plantación de la parcela silvopastoril.

5.3.1. Promedios de diámetro

En el siguiente gráfico **Figura 8**, compara el crecimiento de dos especies arbóreas, cedro y caoba, en un sistema silvopastoril. El cedro presenta un diámetro promedio de 6.59 milímetros, mientras que la caoba alcanza 3.94 milímetros. Esto indica que el cedro tiene un crecimiento más acelerado en este entorno, posiblemente debido a diferencias en adaptabilidad, condiciones del suelo, competencia por recursos, o manejo del sistema.

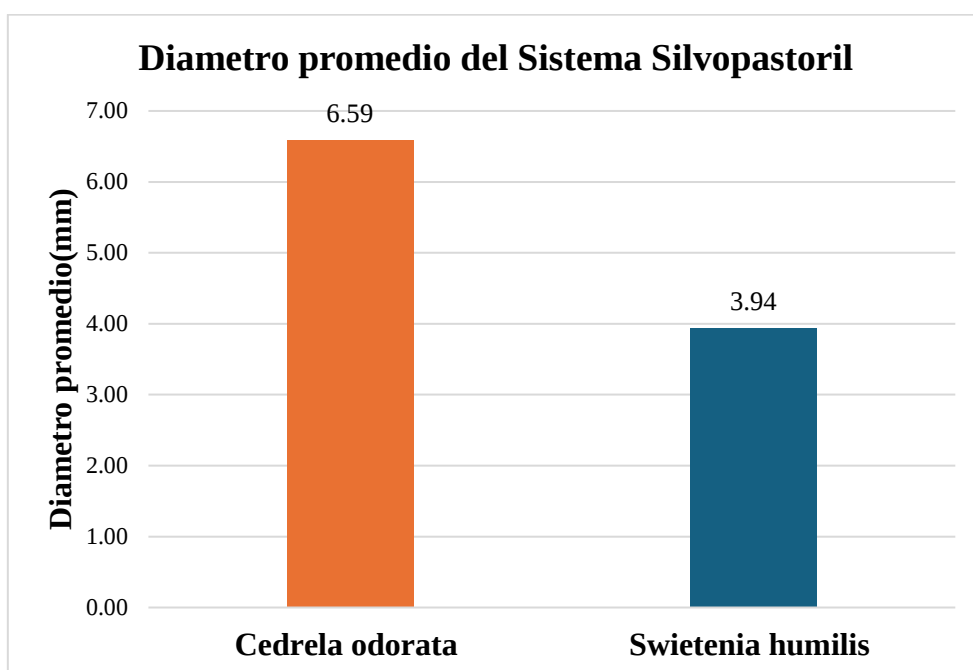


Figura 8. Diámetro promedio de la parcela silvopastoril en la aldea El Coyol, Campamento, Olancho.

5.3.2. Promedios de Altura

El gráfico **Figura 9**, muestra la altura promedio de dos especies arbóreas en un sistema silvopastoril, donde el *Cedrela odorata* alcanza una altura promedio de 34.97 centímetros, superando a la Caoba *Swietenia humilis*, que tiene un promedio de 21.76 centímetros. Estas diferencias podrían deberse a factores como la genética de las especies.

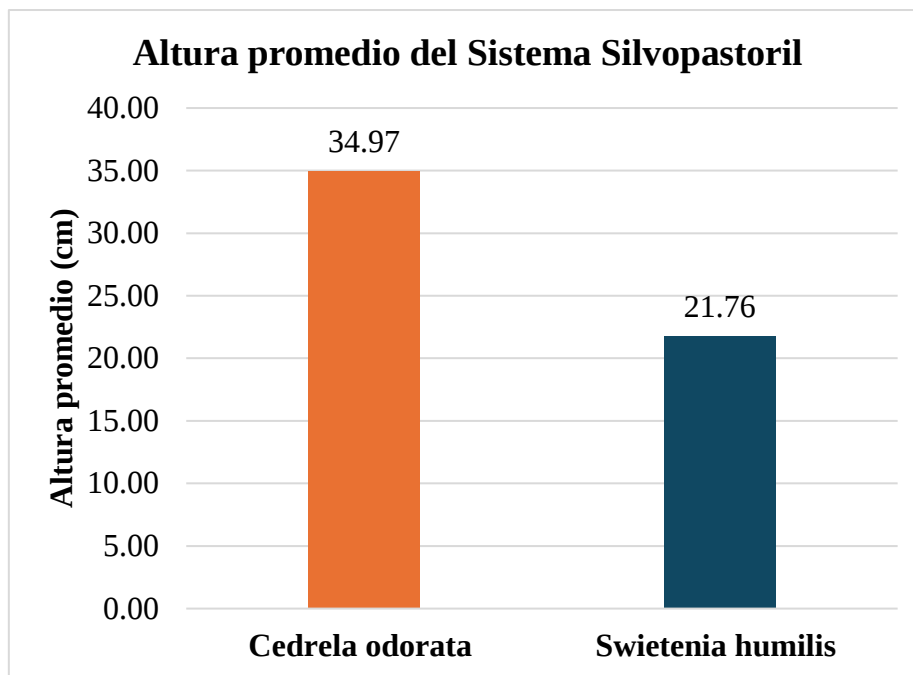


Figura 9. Altura promedio de la parcela silvopastoril en la aldea El Coyoil, Campamento, Olancho.

5.4. Análisis de las plagas observadas en cada especie

Para identificar los principales agentes que afectan a las especies de interés, se realizó un monitoreo exhaustivo de los síntomas observados en las hojas y otras partes de las plantas. Durante este análisis, se registraron diversas plagas y enfermedades que están relacionadas con la salud de especies como la caoba (*Swietenia macrophylla*) y el cedro (*Cedrela odorata*). En la Tabla 1 se presenta un resumen de las plagas identificadas, las especies afectadas y los síntomas característicos observados durante el estudio, lo cual constituye una base importante para proponer estrategias de manejo integrado.

Plagas Identificadas	Especie Afectada	Síntomas Observados
<i>Aphididae</i>	Caoba	Hojas enrolladas o deformadas, lo que puede estar relacionado con insectos chupadores

<i>Mycosphaerella</i>	Caoba	Se observan manchas oscuras en los bordes de las hojas, lo que podría estar asociado con un ataque de hongos
<i>Verticillium</i>	Cedro	Decoloración amarilla en las hojas inferiores.
<i>Colletotrichum</i>	Caoba	Manchas Marrones y Bordes necrosados
<i>Phyllosticta</i>	Cedro	Hojas con manchas marrones y amarillo

5.5. Programa de educación ambiental

En este estudio, se realizaron entrevistas con productores de la comunidad, lo que constituyó el eje central de nuestro enfoque investigativo. Estas interacciones ofrecieron una comprensión detallada del contexto local, además de permitir identificar las necesidades y percepciones de quienes participan directamente en las actividades agro-productivas. Este enfoque centrado en los actores clave asegura una visión integral y contextualizada, sirviendo como base para diseñar un programa de educación ambiental adaptado a sus realidades y desafíos específicos.

5.5.1 Diseño de Programa Educativo para mejores prácticas en Sistemas Agroforestales

Arborización en sistemas de producción en zonas de recarga hídrica

En la gráfica titulada "Tiempo Involucrado en la Producción" **Figura 12**, se observa que el 60% de los encuestados reportó haber estado involucrado en la actividad durante más de 10 años. Por otro lado, el 30% indicó que su participación se ha extendido entre 5 y 10 años, mientras que el 10% restante manifestó haber estado involucrado en un periodo de 1 - 5 años.

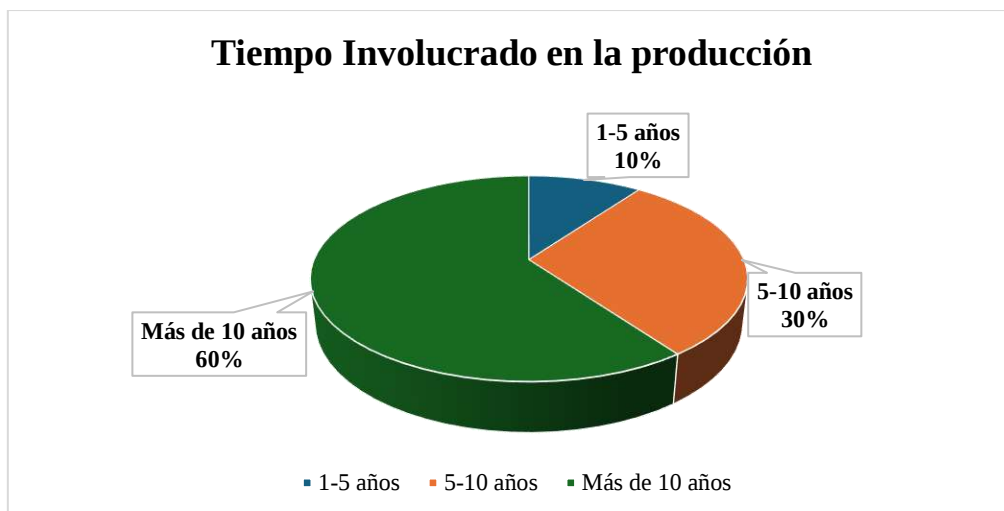


Figura 10. Grafica del tiempo involucrado en la producción en la Aldea el Coyol.

El siguiente grafico evidencia un desafío significativo con relación al conocimiento sobre la **importancia de la arborización** en los sistemas de producción. Un 60% de los encuestados manifestó **No** estar informado sobre este tema clave, lo que resulta preocupante. Por otro lado, un 40% de los productores **Sí** reconocen la relevancia de incorporar árboles en sus sistemas productivos. Estos hallazgos resaltan la necesidad de implementar programas educativos orientados a sensibilizar y fortalecer el entendimiento de los beneficios que la arborización aporta a la sostenibilidad y eficiencia de las actividades agrícolas.

En el gráfico **Figura 13**, titulado "Implementación de Técnicas de Arborización", se observa que un 90% de los encuestados afirmó haber implementado técnicas de arborización en sus prácticas, lo que sugiere una adopción mayoritaria de estas técnicas dentro del grupo analizado. En contraste, el 10% restante indicó que no ha implementado tales técnicas, lo que podría reflejar una falta de conocimiento, recursos o interés en su adopción.

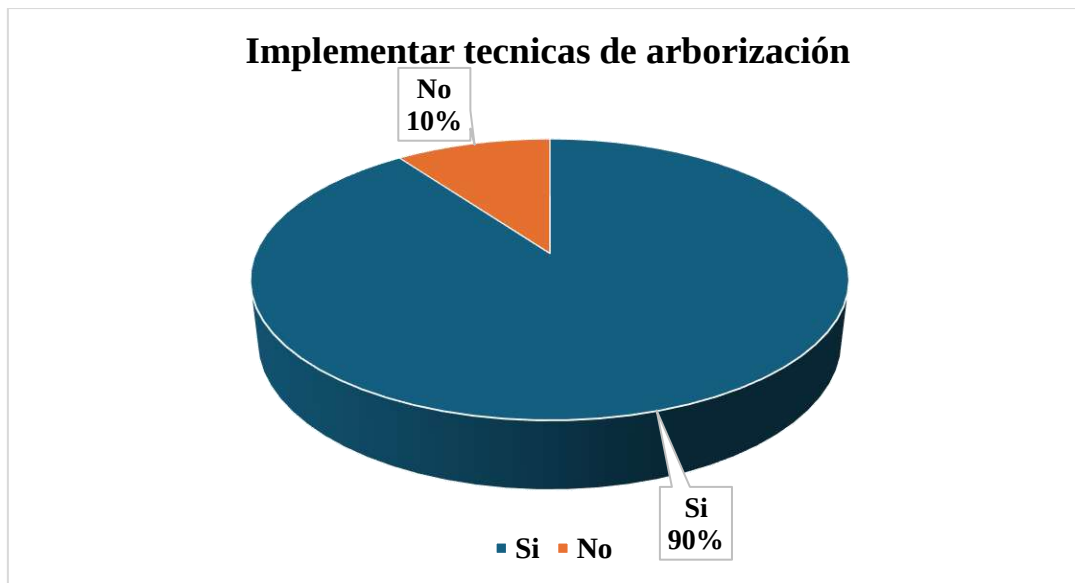


Figura 11. Grafica sobre el conocimiento de los productores sobre la arborización.

5.5.1.2. Técnicas de arborización en sistemas de producción silvopastoril

El siguiente gráfico **Figura 14**, muestra los principales obstáculos o barreras identificados en un contexto específico. El factor económico se destaca como el principal obstáculo, mencionado 5 veces, lo que refleja su relevancia en la problemática analizada. Otros obstáculos reportados incluyen el terreno seguido por la combinación de terreno y economía, y economía con falta de personal, ambos con 1 mención cada uno. Finalmente, se indica que en un caso no se identificaron barreras ("ninguna"). Este análisis resalta que la economía y las condiciones del terreno son las principales limitantes en el contexto evaluado.

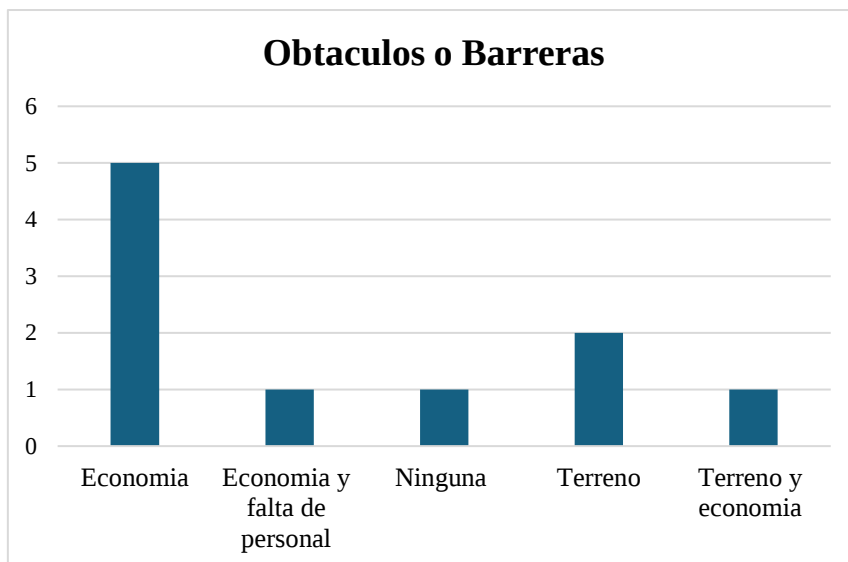


Figura 12. Grafica sobre los obstáculos o barreras que tiene los productores que enfrentan para implementar técnicas de arborización.

La gráfica titulada "Tiempo Dispuesto" muestra que el 20% de las personas dedicarían entre 1 y 3 horas al mes, mientras que el 80% restante se divide equitativamente entre quienes estarían dispuestos a invertir entre 3 y 4 horas o más de 5 horas al mes. Esto refleja una tendencia hacia un mayor compromiso de tiempo, con la mayoría dispuesta a dedicar al menos 3 horas mensuales.

Capacitación sobre arborización en sistemas de producción silvopastoril.

En el gráfico **Figura 15**, titulado Importancia del Agua, el 50% de los encuestados considera que el agua es tanto importante como prioritario, destacando su alta relevancia. El 40% lo considera importante, pero no prioritario, lo que sugiere una menor urgencia en su manejo. Por último, el 10% restante indicó que el agua no es prioritaria.

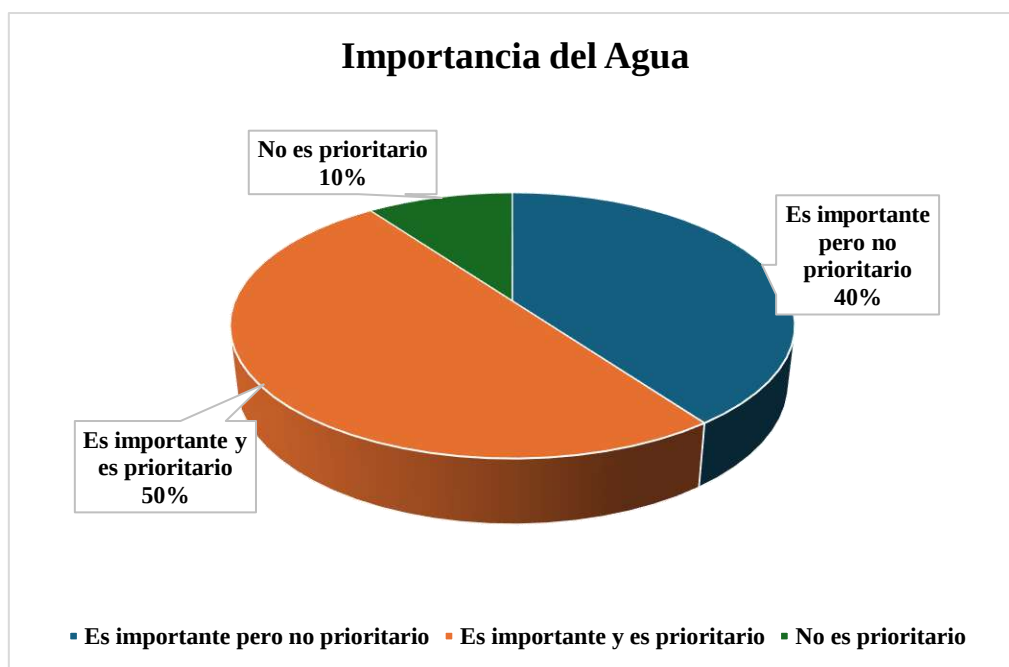


Figura 13. Grafica sobre la importancia del agua en la producción agrícola.

El gráfico titulado Importancia de talleres revela que el 80% de los encuestados consideran los talleres como algo importante, mientras que solo el 20% opina que no lo son. Esto indica una fuerte aceptación de la utilidad de los talleres, posiblemente relacionados con capacitación, formación o desarrollo de habilidades en un contexto específico. La amplia mayoría que apoya los talleres sugiere que estos son vistos como una herramienta clave para mejorar conocimientos, fomentar la productividad o promover el aprendizaje continuo, lo que podría tener un impacto positivo en el desempeño personal o profesional de los participantes.

5.5.1.4. Educación ambiental para la promoción de la arborización

El gráfico titulado la importancia de un programa de educación los resultados indican que el **80%** de los encuestados considera que dicho programa es importante (representado en naranja con la etiqueta "Sí"), mientras que el **20%** opina que no lo es (representado en

azul con la etiqueta "No"). Esto refleja un consenso mayoritario a favor de la implementación de un programa educativo, subrayando su relevancia para mejorar el conocimiento, fomentar habilidades o promover el desarrollo personal y profesional en el contexto evaluado.

En el siguiente gráfico **Figura 16**, representa las sugerencias adicionales para mejorar un programa. La mayoría de los participantes, representando el 80%, no proporcionaron sugerencias. Un 10% recomendó implementar evaluación continua para el programa, mientras que otro 10% sugirió involucrar a los niños en las actividades. Esto indica que, aunque la mayoría no identificó mejoras, una pequeña proporción destacó la importancia de estrategias específicas para incrementar la efectividad del programa.

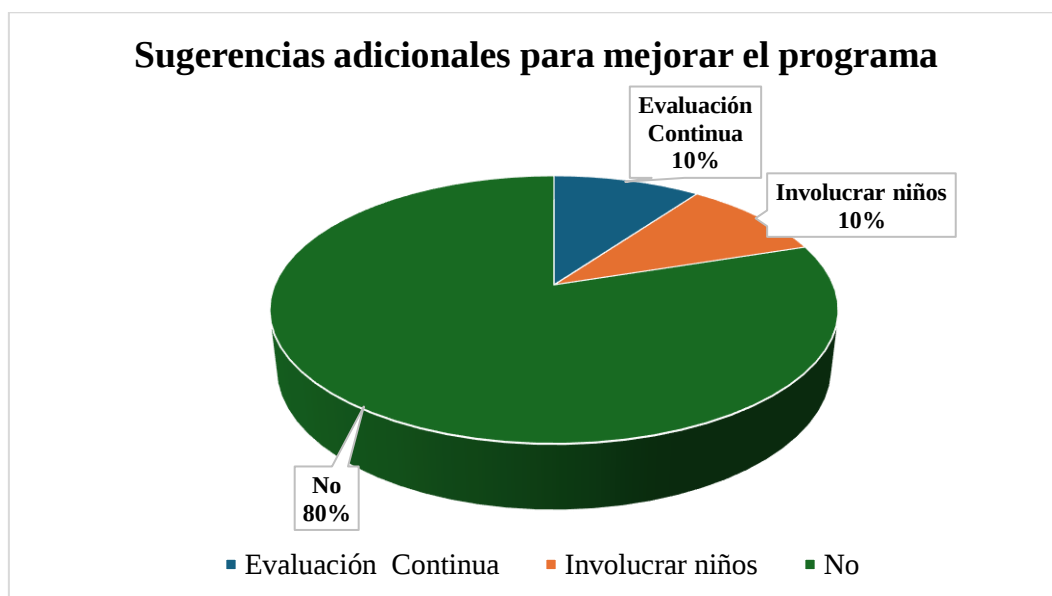


Figura 14. Grafica donde los productores nos dieron las sugerencias adicionales para el mejoramiento del programa de educación.

El grafico titulado Especies Forestales de su Interés son los productores nos dieron a conocer las especies que a ellos les gustaría implementar en sus sistemas agroforestales:

- Pino y Roble
- Cebro, Caoba y Laurel
- Pino y Cebro
- Caoba y Cebro
- Caoba y Laurel
- Cebro y Teca
- Ninguno

Los encuestados consideran fundamental contar con un plan de seguimiento estructurado que permita organizar y supervisar las actividades de manera eficiente, promoviendo un manejo sostenible del sistema. Subrayan la importancia de realizar monitoreos regulares, incluyendo revisiones mensuales, para evaluar el progreso, detectar problemas, y aplicar medidas correctivas o mejoras continuas según sea necesario. Además, recalcan la necesidad de implementar un plan de manejo adecuado que incluya prácticas como el control riguroso de plagas, ya que estas pueden afectar la salud de las plantas, la productividad y la calidad del sistema. También mencionan la limpieza constante del área como una medida preventiva para evitar la acumulación de desechos, minimizar riesgos sanitarios y facilitar las actividades dentro del sistema. Estas acciones, en conjunto, contribuyen a la sostenibilidad, productividad y resiliencia del sistema productivo en el largo plazo.

VIII. CONCLUSIONES

La investigación logró restablecer y monitorear las plantaciones de caoba (*Swietenia humilis*) y cedro (*Cedrela odorata*), evaluando su crecimiento y salud mediante mediciones de altura, diámetro y tasas de sobrevivencia. Los resultados indican que el *Cedrela odorata* mostró un mejor desempeño en las condiciones locales, destacando su adaptabilidad y potencial para sistemas silvopastoriles en la región.

Los programas de educación ambiental diseñados durante la investigación destacaron como una herramienta clave para sensibilizar a los productores locales sobre las mejores prácticas de manejo agroforestal, fomentando una mayor adopción de técnicas sostenibles y mejorando la percepción de los beneficios ecosistémicos asociados a estos sistemas.

IX. RECOMENDACIONES

Implementar un programa de monitoreo continuo en las parcelas de muestreo permanente para evaluar a largo plazo el crecimiento, la salud y la productividad de *Cedrela odorata* y *Swietenia humilis*, permitiendo ajustar prácticas de manejo en función de los resultados obtenidos.

Promover la diversificación de especies arbóreas en los sistemas agroforestales de la finca El Coyol para mejorar la resiliencia del sistema frente a plagas, enfermedades y cambios climáticos, así como maximizar los beneficios ambientales y económicos.

Continuar desarrollando y ampliando programas educativos enfocados en la importancia de la arborización en sistemas productivos, integrando talleres prácticos sobre selección de especies, técnicas de plantación y manejo sostenible, para fomentar una mayor adopción de estas prácticas en la comunidad local.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAM; JICA; CEMERE. 2000. Manual agroforesteria. .

Ávila, R; Cruz, S; Domingo, H; Marmillod, D; Sagüi, H; Favio, A; Castro, R; Ramírez González, R. (n.d.). Coordinador del Proyecto OIMT-INAB “Sistema de información sobre la productividad de los bosques de Guatemala” (online). s.l., s.e. Available at www.inab.gob.gt

Carvajal-Arroyo, D; Murillo-Cruz, R; González Rojas, M; Fonseca-González, W. 2021. Evaluación del crecimiento de *Cedrela odorata* L. en sistemas agroforestales con café en Pérez Zeledón, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales* 55(1):230–249. DOI: <https://doi.org/10.15359/rca.55-1.11>.

Corella, M. 2015. Agroforestería y biodiversidad: La importancia de los sistemas agroforestales en la conservación de especies. .

Damaris, M; Berrío, A. (2016). Crecimiento y productividad de Sistemas Agroforestales (SAF) con cacao en estados tempranos de desarrollo en el bosque seco tropical (bs-T) del departamento de Antioquia Growth and productivity of Agroforestry systems (AFS) with cocoa in early stages of development in the tropical dry forest (T-df) of the department of Antioquia. s.l., s.e.

Esquivel, E. 2010. Observaciones sobre el hongo nematofago, *Arthrobotrys oligospora* Fres. (Deuteromicete).

Esquivel, JI; Lacorte, SM. (n.d.). SISTEMAS SILVOPASTORILES-MARCO CONCEPTUAL. s.l., s.e.

Estrada López, I; Esparza Jiménez, S; Albarrán Portillo, B; Yong Angel, G; Rayas Amor, AA; García Martínez, A. 2018. Evaluación productiva y económica de un sistema

silvopastoril intensivo en bovinos doble propósito en Michoacán, México. CIENCIA ergo sum 25(3):1–13. DOI: <https://doi.org/10.30878/ces.v25n3a7>.

FAO. 2012. Guía para la aplicación de normas fitosanitarias en el sector forestal. .

FAO; CIPAV. 2020. Sistemas silvopastoriles y su contribución al uso eficiente de los recursos y a los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Evidencia desde América Latina (online). s.l., s.e. Available at <http://www.fao.org/publications/es>.

Fernández, M. (2005). EL CEDRO, ESTABLECIMIENTO Y MANEJO EN LA HUASTECA POTOSINA. s.l., s.e.

Figuerola, EP. 2009. Sistemas Agroforestales (online). DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20194.99525>.

González, L; Heyddy, M; Cruz, C; Jael, B. 2021. Anatomía y propiedades físicas de dos especies forestales comerciales Cedro (*Cedrela odorata* L.) y Laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) en Nicaragua. La Calera 21(37). DOI: <https://doi.org/10.5377/calera.v21i37.12532>.

Gutiérrez, J; Aguilera, L; Gonzales, C. 2007. Agroecología y sustentabilidad.

Jiménez, T; Sepúlveda, L. (n.d.). Árboles dispersos en potrero Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas para la ganadería sostenible en Oaxaca. s.l., s.e.

LEY FORESTAL, ÁREAS PROTEGIDAS Y VIDA SILVESTRE. (n.d.). s.l., s.e.

López, L; Moreno, G. (2007). ESTUDIO DE LA PRODUCTIVIDAD DE UN SISTEMA AGROFORESTAL BAJO DISTINTOS SISTEMAS DE FERTILIZACIÓN. s.l., s.e.

Mahecha, L. (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. 16. s.l., s.e.

Mendieta, M; Rocha, L. (2007). Sistemas agroforestales. s.l., s.e.

Mosquera-Losada, MR; Moreno, G; Santiago-Freijanes, JJ; Ferreira-Domínguez, N; Rigueiro-Rodríguez, A. (2015). Sistemas agroforestales y PAC. s.l., s.e.

Pantera, A; Mosquera Losada, MR; Herzog, F; den Herder, M. 2021. Agroforestry and the environment. s.l., Springer Science and Business Media B.V., vol.95. p. 767–774 DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-021-00640-8>.

PRESAAC. (2016). Establecimiento y uso de sistema silvopastoriles en república dominicana. s.l., s.e.

Rojas Rodríguez, F; Torres Córdoba, G. (2008). Árboles del Valle Central de Costa Rica: reproducción. 5. s.l., s.e.

Sharry; Sandra. 2022. Sistemas agroforestales. Buenos Aires, Argentina , edulp. p. 373.

Snook, L; Negreros, P; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de plántulas de caoba en aperturas creadas en la Selva Maya de Belice y México. .

Synnott, TJ. (2009). La caoba en la península de Yucatán: ecología y regeneración (online). s.l., s.e. Available at www.cbmm.gob.mx.

Tovar, D. 2016. Manual para la identificación y manejo de plagas en Plantaciones Forestales Comerciales. .

Zulberti, E; Raintree, JB. (1986). The International Council for Research in Agroforestry. s.l., s.e.

XI. ANEXOS

Universidad Nacional De Agricultura

Parcela de muestreo permanente en la aldea El coyol, Campamento,

Olancho

Sistema de producción: _____

Coordenadas X: _____ Y: _____

Pendiente: _____

Nombre: _____

Árbol No	Fecha de evaluación	Especie	Dap (cm)	Altura (m)	Diámetro (cm)	Estado general	Plagas observadas
1							
2							
3							
4							
5							

Anexo 1: Formulario para la recopilación de datos de la PMP establecida.

Universidad Nacional De Agricultura

Parcela de muestreo permanente en la aldea El coyol, Campamento,

Olancho

Sistema de producción: _____

Coordenadas X: _____ Y: _____

Pendiente: _____

Nombre: _____

Finca	Especie	Plantas vivas	Plantas muertas
Ganadera	Caoba		
Ganadera	Cedro		
Cafetal	Caoba		
Cafetal	Cedro		

Anexo 2: Formulario para la recopilación de datos de las planta vivas y muertas.

Universidad Nacional De Agricultura

Parcela de muestreo permanente en la aldea El coyol, Campamento, Olancho

Sistema de producción: _____

Coordenadas X: _____ Y: _____

Pendiente: _____

Nombre: | _____

Aspecto de comparación	Parcela de Ganadería (Año pasado)		Parcela de Cafetal (Año pasado)		Parcela de ganadería (Este año)		Parcela de Cafetal (Este año)	
	Cedro	Caoba	Cedro	Caoba	Cedro	Caoba	Cedro	Caoba
Altura Promedio (m)								
Diámetro Promedio (cm)								
Tasa de crecimiento (cm/año)								
Supervivencia %								
Densidad de población (Arboles/ha)								

Anexo 3: 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 4: Elaboración de estacas y banderines para el marcaje del terreno.



Anexo 5: Instalación de Banderines en la Parcela





Anexo 6: Traslado de las plantas de ICF a la propiedad y medición e enumeración de las plantas.





Anexo 7: Días de plantaciones de las plántulas con los estudiantes.





Anexo 8: Segunda etapa de medición y ver la vitalidad de las plántulas.



Nueva plantación



Antigua plantación

Anexo 9. Observación de plagas en la parcela



}

Anexo 10: Charlas y Encuestas



Anexo 11: Diseño de estrategia de educación ambiental para arborización en sistemas de producción agropecuaria.



DISEÑO DE PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL

Diana Michell Hernández Ponce

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 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 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 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:

- 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.
- 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 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, plantas, 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.