

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y CONSERVACIÓN**



**EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE PROPAGACIÓN Y DE
ESTABLECIMIENTO DE TRES ESPECIES MADERABLES Y DE TRES
TIPOS DE PRENDONES DE ESPECIES ARBÓREAS EN FINCAS
SILVOPASTORILES DE OLANCHO**

TESIS

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL A LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE AGRICULTURA, PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO EN GESTION INTEGRAL DE LOS RECURSOS
NATURALES**

POR:

NAHÚM ENRIQUE HERNÁNDEZ PAVÓN

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS

DICIEMBRE 2023

**EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE PROPAGACIÓN Y DE
ESTABLECIMIENTO DE TRES ESPECIES MADERABLES Y DE TRES
TIPOS DE PRENDONES DE ESPECIES ARBÓREAS EN FINCAS
SILVOPASTORILES DE OLANCHO**

POR:

NAHÚM ENRIQUE HERNÁNDEZ PAVON

OSCAR FERREIRA CATRILEO, M.Sc.

ASESOR TESIS

TESIS

**PRESENTADO COMO REQUISITO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
DE AGRICULTURA, PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RECURSOS
NATURALES**

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS

DICIEMBRE DE 2023

AGRADECIMIENTO

A Dios

Primeramente, agradecerle a Dios por la fuerza y sabiduría en todo el proceso, para afrontarlo con valentía y sobrepasar las dificultades que se han presentado durante mi vida y este periodo, para culminar con éxito la meta.

A nuestra casa de estudios

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA por darme la oportunidad y apoyo en la formación profesional durante estos cuatro años.

AL CATIE

Por medio de **Edwin Garcia** brindar el espacio en los proyectos de este centro y brindar el apoyo necesario para desarrollar el proceso de investigación.

A los productores de fincas ganaderas

Por ser ese espacio de apertura, para poder poner en práctica, aprender y desarrollar los procesos investigativos ya sea desde su conocimiento empírico o científico contribuyeron.

A los asesores

M. Sc. **Oscar Ferreira**, Dr. **Mario Talvera** y M. Sc **Bayardo Aleman**, por compartir sus conocimientos que fueron de elemental ayuda en el proceso investigativo.

DEDICATORIA

A Dios

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

A mis padres

Gustavo Hernandez y Azucena de Jesus Pavon Nuñez, por inculcar en mí la responsabilidad y esa gana de luchar siempre, por estar siempre pendiente de mí y del proceso formativo, por apoyarme en todos los aspectos y siempre estar sus consejos y ser una inspiración para lograr cada meta.

A mis hermanos

Sandra, Juan, Gustavo, Daniel, por estar pendiente y siempre escribir un mensaje de aliento y esperanza para lograr la meta y brindar un apoyo económico en los momentos que lo necesitaba.

A mi novia

Sindy Campos, por acompañarme en el proceso de formación y darme palabras de aliento, ayudarme en los procesos, ser una inspiración para seguir la lucha y nunca darme por vencido.

A mis compañeros

En forma especial a Angel Daniel Funez, compañero de lucha en causas sociales y políticas, Osman Nolasco, Saul Alvarado, Nipzon Portillo, Jose Rodriguez, Josue Lazo, Gercin Maradiaga. Por acompañar el proceso y ayudar de una u otra forma, por siempre vivir los malos y los buenos momentos, luchar juntos para lograr la meta y ser un brazo de apoyo fundamental en la vida formativa.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA.....	ii
CONTENIDO	iii
LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE ANEXOS	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo general	2
2.2. Objetivos Específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Sistemas agroforestales para una ganadería sostenible	3
3.1.1. Sistemas agroforestales.....	3
3.1.2. Ganadería sostenible.....	3
3.2. Sistemas silvopastoriles.....	4
3.3. Tipos de sistemas silvopastoriles.....	4
3.3.1. Cercas vivas	4
3.3.2. Árboles dispersos en potreros.....	4
3.3.3. Zona boscosa en la finca.....	5
3.4. Beneficios de los sistemas silvopastoriles y mitigación al cambio climático	5
3.5. Producción de plántulas de vivero.....	5
3.5.1. Vivero forestal	5
3.6. Fertilización.....	6
3.6.1 Abonos químicos	6
3.6.2. Abonos orgánicos	6
3.7. Métodos de propagación de plantas.....	6
3.7.1. Reproducción sexual.....	6
3.7.2. Reproducción asexual.....	6
3.8. Establecimiento de cercas vivas	7
3.8.1. Cercas vivas con esquejes.....	7

3.8.2. Cercas vivas rompevientos	7
3.9. Restauración en fincas ganaderas	7
3.10. Bases conceptuales para la restauración de paisaje	8
3.11. Descripción de especies no maderable y maderables	9
3.11.1. <i>Swietenia macrophylla</i> (caoba del atlántico).....	9
3.11.2. <i>Cedrela odorata</i> (cedro).....	10
3.11.3. <i>Tabebuia rosea</i> (macuelizo).....	11
3.11.4. <i>Bursera simaruba</i> (indio desnudo).....	11
3.11.5. <i>Spondias sp</i> (ciruela)	11
3.11.6. <i>Gliricidia sepium</i> (madreado).....	12
3.12. Descripción tipos de plantación.....	12
3.12.1. Plantación tradicional	12
3.12.2. Enmienda orgánica-bokashi	12
IV. MATERIALES Y MÉTODO	13
4.1. Descripción del área de estudio	13
4.2. Ubicación de las fincas seleccionadas	13
4.3. Clima	14
4.4. Materiales y método	14
4.5. Pasos del estudio.....	14
4.6. Efecto del bokashi en el desarrollo de plantas de <i>S. macrophylla</i> , <i>C. odorata</i> y <i>T. rosea</i> , en cercas vivas, en seis fincas silvopastoriles.....	15
4.6.1. Descripción del procedimiento	15
4.6.2. Plantación de las especies.....	15
4.6.3. Especificaciones	16
4.6.4. Toma de datos.....	16
4.7. Análisis de datos	16
4.8. Variables evaluadas	16
4.8.1. Supervivencia	16
4.8.2. Altura (cm)	16
4.8.3. Diámetro de tallo (mm)	17
4.9. Efecto en el prendimiento y rebrote de prendones de <i>B. simaruba</i> , <i>G. sepium</i> y <i>Spondias sp</i> en seis fincas silvopastoriles.....	17
4.9.1. Descripción.....	17
4.9.2. Plantación de las especies.....	17
4.10. Diseño de establecimiento	18
4.11. Análisis de datos	18

4.13. Variables a evaluadas	18
4.13.1. Sobrevivencia.	18
4.13.2. Vigor.....	18
4.13.3. Número de rebrotes.	18
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1. Comparación del uso de enmienda orgánica bokashi y sin enmienda bokashi	19
5.1.1 Sobrevivencia	19
5.2. Crecimiento	20
5.2.1. Altura de las plántulas	20
5.2.2. Diámetro	22
5.3. Promedio de las variables de las especies maderables	24
5.4. Ubicación y dirección de los preñones en las fincas	25
5.5. Preñamiento de las especies no maderables	25
5.5.1. Sobrevivencia	25
5.5.2. Rebrote.....	26
5.5.3. Vigor.....	27
5.6. Promedios de las variables de las especies no maderables.....	28
VI. CONCLUSIONES.....	30
VII. RECOMENDACIONES	31
VIII. BIBLIOGRAFÍA	32
ANEXOS.....	35

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Ejemplo de distribución de plantas con los tratamientos.	15
Cuadro 2. Distribución por especie de los prendones.	17

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localización de comunidades del área de estudio en Catacamas y Santa María del Real.....	13
Figura 2. Porcentaje de la sobrevivencia de <i>Tabebuia rosea</i> , <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Cedrela odorata</i> con los tratamientos: Bokashi y sin Bokashi.	19
Figura 3. Altura en centímetros de <i>Tabebuia rosea</i> , <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Cedrela odorata</i> con los tratamientos: Bokashi y sin Bokashi.	21
Figura 4. Diámetro en milímetros de <i>Tabebuia rosea</i> , <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Cedrela odorata</i> con los tratamientos: Bokashi y sin Bokashi.	22

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Promedio de las especies con y sin Bokashi en las fincas.....	24
Tabla 2. Promedio de las especies considerando las variables.	28
Tabla 3 Porcentaje de sobrevivencia, medias de rebrote y vigor de las especies <i>Bursera simaruba</i> , <i>Gliricidia sepium</i> y <i>Spondias sp.</i>	29

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Diferencia en análisis estadístico de bokashi y sin bokashi, variables altura y diámetro.....	35
Anexo 2. . Diferencia de vigor y rebrotes, entre los tratamientos de cercas vivas.....	36
Anexo 3. Toma de datos cualitativo y cuantitativo de prendones.....	37
Anexo 4. Coordenandas del primer prendon en las fincas, de cada especie.	38

HERNANDEZ PAVON, N.E, 2023. Evaluación de métodos de propagación y de establecimiento de tres especies maderables y de tres tipos de prendones de especies arbóreas en fincas silvopastoriles de Olancho. Tesis. Ing. Gestión Integral de los Recursos Naturales, Catacamas, Olancho, Honduras, UNAG.

RESUMEN

El estudio fue en los municipios de Santa María del Real y Catacamas, Olancho, Honduras. Con el objetivo de evaluar el comportamiento del bokashi y sin bokashi con tres especies maderables *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea*, tres especies no maderables en cercas vivas siendo, *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba* y *Spondias sp*, Se utilizó un diseño de lineal, siendo los tratamientos con bokashi y sin bokashi para las especies maderables y no maderables los tratamientos fueron, *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Spondias sp*. A los datos obtenidos se les efectuó el análisis de las medias cada tratamiento, por variable y por finca. Para la variable sobrevivencia en las especies con tratamiento de bokashi se encontró diferencia, la *Swietenia macrophylla* fue igual con bokashi y sin bokashi con 81 % y *Tabebuia rosea* se encuentra en una sobrevivencia arriba del 82%, *Cedrela odorata* 78 % siendo la especie que menos sobrevivió, posiblemente a factores que no son tomadas en cuenta en este estudio. En lo que corresponde a la variable altura de las especies con bokashi la especie *Tabebuia rosea* con 30 cm fue la más alta y *Swietenia macrophylla* 24.40 cm, mientras que la *Cedrela odorata* 25 cm no presentó diferencia entre con bokashi y sin bokashi, en cuanto a diámetro las tres especies *Swietenia macrophylla* con 5 mm, *Cedrela odorata* 4 mm y *Tabebuia rosea* 7mm presentan diferencia entre los tratamientos, para las cercas vivas la especie *Bursera simaruba* presentó la mayor sobrevivencia considerando las seis fincas entre 73 % y 80 %, la *Gliricidia sepium* tiene un promedio de rebrote de 8 en las seis fincas, en cuanto al vigor es regular es decir 3 de vigor en rebrote la especie *Spondias sp* tiene una capacidad de 21,9, y es la que mayor vigor presenta con un 3,9 de promedio considerando las seis fincas. En conclusión, el uso del bokashi en las especies maderables presentó una diferencia, posiblemente las fincas presentan condiciones de suelo diferente, por eso se debe considerar, probablemente el *Bursera simaruba* en las especies no maderables presenta una mayor adaptación agroclimáticas en el área de estudio o tiene una fisiología diferente a las demás, por ende, promovimos el uso del bokashi y la *Bursera simaruba* como mayor respuesta a la problemática de este estudio.

Palabras claves; Bokashi, cercas vivas, especies arbóreas, rebrote y sistemas silvopastoriles.

I. INTRODUCCIÓN

En el marco de la sostenibilidad ambiental y la rentabilidad económica en la ganadería, se realizó un estudio del establecimiento de cercas vivas con seis especies arbóreas, maderables y no maderables, en seis fincas ganaderas ubicadas en dos municipios del departamento de Olancho, Honduras. El trabajo se realizó en el marco del proyecto “*Nationally Appropriate Mitigation Action*” (NAMA)/Acción de Mitigación Apropriada a Nivel Nacional”. El proyecto NAMA está siendo ejecutado en etapas por parte del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Este estudio se desarrolló en un periodo de cinco meses; de mayo a septiembre 2023.

Esta iniciativa tuvo como objetivo principal evaluar métodos de propagación y establecimiento de tres especies arbóreas maderables, propagadas por semilla, y tres especies arbóreas no maderables, propagadas por prendones considerando el uso y el no uso como del bokashi en las especies maderables con bokashi, sin bokashi. Tres especies no maderables siendo, *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium* y *Spondias sp.* Las especies arbóreas a utilizaron en función de su capacidad de adaptación a las condiciones climáticas y edáficas de la región, de los municipios de Catacamas y Santa María del Real.

Las variables a evaluadas son; sobrevivencia, altura y diámetro de planta, para plantas maderables en función de los tratamientos aplicados, bokashi y sin bokashi en las tres especies maderables, para determinar su incidencia, se realizó un análisis de las medias entre los tratamientos por especie, para observar la diferencia entre ellos, en cada especie de *Switenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea* siendo el bokashi que presento una diferencia. En este caso, el factor las no maderables se midió prendimiento (sobrevivencia), numero de brotes, vigor en las especies de *Gliricidia sepium*, *Bursera simaruba* y *Spondias sp.*

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el establecimiento de tres especies maderables, propagadas por semilla, y tres especies no maderables propagadas por prendones en seis fincas silvopastoriles de Olancho.

2.2. Objetivos Específicos

- a. Evaluar el desarrollo de plantas de *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea*, utilizando bokashi y sin bokashi, establecidas como cerca viva en seis fincas silvopastoriles.
- b. Evaluar el prendimiento de los prendones de plantas de *Bursera simaruba*, *Spondias sp* y *Gliricidia sepium*, establecidas como cerca viva en seis fincas silvopastoriles.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Sistemas agroforestales para una ganadería sostenible

3.1.1. Sistemas agroforestales

La agroforestería es el término general utilizado para los sistemas y las tecnologías de uso de la tierra en los que se combinan deliberadamente plantas leñosas perennes (como árboles, arbustos, palmas o bambús) con cultivos agrícolas o animales en la misma parcela de tierra con algún tipo de disposición espacial y cronológica. La agroforestería se puede definir también como un sistema de manejo dinámico y ecológico de los recursos naturales que, bien a través de la integración de los árboles en las fincas y en los paisajes agrícolas o bien a través de la producción de productos agrícolas en los bosques, diversifica y sustenta la producción con objeto de incrementar los beneficios económicos, sociales y ambientales de los usuarios (FAO 2022).

3.1.2. Ganadería sostenible

Los sistemas tradicionales de producción ganadera, basados en el monocultivo de pastos naturales o mejorados, tienden a degradarse más rápidamente, lo que provoca impactos negativos en el ambiente, tienen repercusiones negativas en los aspectos económicos y sociales, por sus bajos niveles de producción e ingresos. Ante esta situación, es necesaria la implementación de nuevos sistemas de uso del suelo y prácticas de manejo ganadero para aumentar la productividad y rentabilidad, reducir el efecto negativo en el ambiente y mejorar la adaptación al cambio climático de los sistemas de producción ganaderos. Los sistemas silvopastoriles, junto con otras prácticas como manejo de sanidad animal y conservación de forrajes, son una alternativa para transitar hacia una ganadería más sostenible (Pezo 2005).

3.2. Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una modalidad importante de la agroforestería, en la cual se combinan en el mismo espacio, gramíneas y leguminosas rastreras con especies arbustivas y árboles maderables, destinados a la alimentación animal y a usos complementarios como son: la producción de madera, frutas, sombra, regulación hídrica, hábitat de la fauna silvestre y embellecimiento del paisaje. En estos sistemas los bovinos aprovechan la oferta abundante de forraje y al mismo tiempo se benefician por el mejoramiento de las condiciones micro climáticas en un ambiente de bajo estrés calórico que les permite mejores condiciones de pastoreo. Los árboles o arbustos en SSP pueden ir desde vegetación nativa o introducida, con fines maderables o agroindustriales, hasta árboles multipropósito en apoyo específico para la alimentación y producción animal (Buitrago-Guillen *et al.* 2018).

3.3. Tipos de sistemas silvopastoriles

3.3.1. Cercas vivas

El establecimiento de cercas vivas es probablemente la estrategia silvopastoril más utilizada y la manera de iniciar haciendo cambios en la finca. Se basa en la capacidad que tienen las varas de algunas especies de hacer brotar raíces y ramas nuevas al enterrarse, ya que en realidad se están sembrando. Estos postes soportarán el alambre de púas o malla ganadera en los linderos de la finca por un largo tiempo, y pueden incrementar el valor de una finca. Una gran importancia de tener cercas vivas en los potreros y en los caminos es que permite que las vacas caminen bajo sombra, por lo menos parcial. Con el tiempo los postes vivos serán muy rígidos debido a sus raíces (Díaz *et al.* 2013).

3.3.2. Árboles dispersos en potreros

En medio de los potreros se necesitan árboles para facilitarles sombra a los animales. Pero también, se ha demostrado que donde dan una sombra parcial dejando pasar luz hacia el pasto debajo de los mismos, puede obtener mayoría de pasto (Díaz *et al.* 2013).

3.3.3. Zona boscosa en la finca

Una idea que está al alcance de muchos productores es dejar una zona boscosa en la finca. Esto es imprescindible hacerlo en la ribera de los ríos o en cañadas pronunciadas. Se deja el área alrededor del río o cañada como conservación con árboles grandes, y esa zona no se toca (Díaz *et al.* 2013).

3.4. Beneficios de los sistemas silvopastoriles y mitigación al cambio climático

En esta medida se ha comprobado que el uso de sistemas silvopastoriles mejora el comportamiento ambiental general del sistema productivo, aumenta la calidad de leche, carne y reduce el estrés del ganado en épocas de sequía o de lluvia, además de disminuir las expansiones de frontera agrícola, evitando la deforestación de bosques nativos y aumentando el número de árboles por hectárea de pastura. De igual forma, esto repercute en la disminución de GEI en la medida que a mayor número de árboles mayor cantidad de captura de CO₂, con esta opción se tiene la posibilidad de compensar las emisiones emitidas en un ciclo ganadero tradicional e incluso tener un balance positivo (Costas 2021).

3.5. Producción de plántulas de vivero

Los árboles de una forestación pueden ser producto de la regeneración natural del bosque o del cultivo a partir de semilla en vivero. A pesar de que uno tendería a pensar que las plántulas producto de la regeneración espontánea del bosque podrían brindar buenos resultados por ser más “naturales”, en realidad las plantas producidas en vivero, generalmente, tienen mejor prendimiento y mayor crecimiento una vez llevadas al sitio de plantación (Galiza *et al.* 2022).

3.5.1. Vivero forestal

El vivero forestal es el lugar destinado a la reproducción de árboles con diversos fines. Su misión es obtener plantas de calidad, que garanticen una buena supervivencia y crecimiento en el lugar donde se establezcan en forma definitiva (Galiza *et al.* 2022).

3.6. Fertilización

3.6.1 Abonos químicos

La mayoría de los llamados abonos químicos son fabricados o sintetizados por el ser humano en fábricas o industrias especializadas. Casi siempre son elaborados mediante procesos químicos a partir de sustancias naturales: minerales (caliza, rocas ricas en fosfatos), agua y productos químicos (amoníaco, ácido nítrico, ácido sulfúrico). En ocasiones simplemente se extraen de la naturaleza mediante minería y posteriormente se refinan para eliminar impurezas, como ocurre con los fertilizantes de potasio (García 2018).

3.6.2. Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son fertilizantes hechos con desperdicios, restos industriales y leñosos, así como residuos vegetales y excremento de animales. Con estas materias primas crece el rendimiento de los cultivos, debido a que mejoran las características biológicas, físicas y químicas de los suelos (Hernández 2021).

3.7. Métodos de propagación de plantas

3.7.1. Reproducción sexual

La reproducción sexual implica la unión de células germinales especiales, los gametos, y está encaminada a la variabilidad genética por recombinación cromosómica. Este proceso se realiza en varias etapas. Primero se realiza la meiosis para transformar las células diploides en haploides que son los gametos (Costas 2017).

3.7.2. Reproducción asexual

La reproducción asexual consiste en la formación de un nuevo individuo a partir de un individuo anterior. Solo interviene un único individuo y no hay ningún intercambio de material genético con otro individuo, por lo que la nueva planta es genéticamente idéntica a su progenitora (Costas 2017).

3.8. Establecimiento de cercas vivas

3.8.1. Cercas vivas con esquejes

La propagación vegetativa o asexual por medio de enraizamiento de estaca de tallo es la forma más común de clonación de las plantas ornamentales y de servicio (prendones). Es el principal método de propagación de importantes cultivos florícolas y de arbustos no maderables, entre ellos, madreño, indio desnudo, ciruelas. Esto se debe a que es un método sencillo, que permite multiplicar y obtener en un tiempo relativamente corto, plantas homogéneas y de buena calidad para establecer cercas y ahorraría al productor de la finca ganadera implementación de postes en futuro (Guanabara *et al.* 2016).

3.8.2. Cercas vivas rompevientos

Las cortinas rompevientos (cercas vivas) son hileras de árboles de diferentes alturas que forman una barrera opuesta a la dirección predominante del viento, su altura y densidad constituye un factor de beneficio ambiental y bienestar en las fincas ganaderas. Se conocen también como barreras rompevientos, sercos vivos o fajas de albergue, por refugiar a cierto tipo de fauna (The Nature Conservancy 2013).

3.9. Restauración en fincas ganaderas

Esta contribución presenta una breve revisión del concepto de paisaje y de cómo restaurarlo a partir de variadas estrategias encaminadas a recuperar la integridad ecológica, enfatizando el papel de árboles y arbustos nativos en los potreros, considerando el paisaje donde están inmersos. También se aborda la importancia de empatar las estrategias de restauración, dependiendo de los sitios y las especies de árboles, dentro del contexto de ganadería sustentable para ayudar a revertir problemas de deterioro de ecosistemas y pérdida de la biodiversidad. Se concluye con algunos ejemplos de especies arbóreas que pueden cumplir funciones directas en los sistemas ganaderos y enriquecer y restaurar el paisaje (Halfter *et al.* 2018).

3.10. Bases conceptuales para la restauración de paisaje

La sucesión natural o restauración pasiva como medio de recuperación de ecosistemas. La sucesión natural o restauración pasiva basa su estrategia en la regeneración natural, la cual depende de diferentes factores que limitan los mecanismos naturales de regeneración, entre ellos pueden mencionarse: el estado del banco de semillas, el grado de conectividad de paisajes, la lluvia de semillas, el tamaño del área perturbada, la fuente de semillas y los agentes dispersores (Morera *et al.* 2016).

Para entender la importancia de sembrar especies forestales nativas, en primer lugar, se debe tener claridad que cuando se hace referencia a una especie forestal, se habla de especímenes de porte arbóreo o arbustivo, y cuando se habla de especies nativas se hace referencia a aquellas que están dentro de su área de distribución natural pasada o actual o de dispersión potencial, o sea, aquella área que han llegado a ocupar sin intervención del hombre (Espinosa 2018).

Para mantener las relaciones y el equilibrio natural que beneficia a la humanidad debe procurarse por conservar la estructura, composición y función de los ecosistemas mediante una buena representación de estas especies en las regiones. En pocas palabras, las especies nativas hacen parte de la riqueza natural y son indispensables para que esta se conserve (Espinosa 2018).

3.11. Descripción de especies no maderable y maderables

3.11.1. *Swietenia macrophylla* (caoba del atlántico)

Familia: Meliaceae, nombre científico: *Swietenia macrophylla*: árbol que llega a crecer entre 25-30 m de altura y 40-60 cm de diámetro, tiene una copa pequeña, abierta, fuste recto, corteza fisurada longitudinalmente gris-oscuro, ramas jóvenes delgadas, glabras, con lenticelas pardas y follaje generalmente claro.

Hojas usualmente paripinnadas y raramente imparipinnadas, alternas, agrupadas al final de las ramitas, algunas veces con folíolos terminales abortivos, folíolos 3-7 pares, opuestos o sub opuestos, sésiles o subsésiles, ovados o elíptico-ovados, ápice largo-acuminado y base redondeada o aguda, 6-15 cm de largo y 1.5-5 cm de ancho, glabras en ambas superficies (Jiménez 1999).

Según Vergara *et al.* (2012), desde el momento que las nuevas plantitas de caoba son transferidas a las camas vivero, éstas necesitan de atención adecuada, porque de los factores que se manejen, depende la obtención de plantones en condiciones ideales para el trasplante. Estos factores son:

a). Humedad: El riego en las camas vivero debe ser constante (dos veces por semana), humedeciendo suficientemente sin llegar al anegamiento. Esta recomendación se debe continuar hasta el momento del trasplante de los plantones al campo definitivo. En zonas que presentan precipitaciones mayores a 100 mm mensuales, el riego deberá ser realizado cuidadosamente. Para ello, la humedad del suelo se debe determinar manualmente, introduciendo el dedo en el suelo de las camas vivero o de las bolsas.

b). Deshierbas: Cuando las plantas de caoba están recién sembradas en las bolsas conteniendo suelo y colocadas en las camas vivero, las malezas son las principales competidoras, principalmente por luz. Esta competencia se debe controlar al máximo para evitar la variabilidad en cuanto al crecimiento en altura de las plantas. Las deshierbas se deben realizar manualmente con mucho cuidado. No usar químicos para controlar malezas en esta etapa.

c). Sanidad: La caoba es resistente al ataque de plagas o enfermedades, pero no en condiciones extremas. En el vivero se observa a veces chupadera fungosa, de los que hay que tener mayor cuidado son de la hormiga cortadora de hoja y del barrenador de brotes. El primero produce daños extremadamente desbastadores en el vivero, como en las plantaciones establecidas en campo definitivo. El segundo produce daños significativos en campo definitivo, cuando las plantas hayan alcanzado desde uno, hasta nueve metros de altura.

d). Adaptación al medio natural: Cuando los plantones de caoba hayan logrado cierta rigidez en el vivero y alcanzado entre 10 y 15 cm de altura, éstas deben ser expuestas a las condiciones ambientales naturales; en este momento se debe retirar la cobertura que servía de protección inicial.

3.11.2. *Cedrela odorata* (cedro)

Nombre científico: *Cedrela odorata*, pertenece a la familia Meliaceae. Su conservación y viabilidad de la semilla de cedro se puede almacenar con un contenido de humedad de 6-12%, dentro de bolsas o botes plásticos cerrados herméticamente. En un cuarto frío, con temperatura de 5°C y bajo contenido de humedad se alcanza una germinación del 90% después de cuatro años. En condiciones de temperatura y humedad ambiente, la viabilidad de las semillas disminuye rápidamente después de un mes (Ávila 2017).

Tratamientos pregerminativos: No requiere tratamiento pregerminativo. No obstante, para uniformizar la germinación se sumergen las semillas en agua por 24 horas antes de la siembra, la germinación con semilla fresca es normalmente del 70%.

Un ensayo determinó que tanto el porcentaje de germinación como el valor germinativo de semillas de cedro tienden a aumentar con una combinación de temperatura de 24°C, exposición a la luz por 24 horas y sustrato de aserrín (Avila 2017).

3.11.3. *Tabebuia rosea* (macuelizo)

Nombre científico: *Tabebuia rosea*, pertenece a la familia bignoniaceae, árbol, de 15 a 25 m (hasta 30 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1 m. Copa estratificada, convexa. Hojas decusadas, digitado compuestas, de 10 a 35 cm de largo, incluyendo el pecíolo; folíolos 5, los dos inferiores más pequeños, el terminal más grande, lanceolados o elípticos, con el margen entero. La especie decepciona en su fase inicial de crecimiento por su ramificación dicotómica que augura un tronco mal formado. Eventualmente el árbol llega a formar un excelente fuste sobre todo si hay sombra lateral de la misma especie o de un árbol nodriza. Tronco derecho, a veces ligeramente acanalado. Corteza externa fisurada y suberificada, de aspecto compacto, con las fisuras longitudinales más o menos superficiales que se entrelazan formando un retículo; color café grisáceo oscuro a amarillento (Benavides *et al.* 2000).

3.11.4. *Bursera simaruba* (indio desnudo)

Nombre científico: *Bursera simaruba* familia Burseraceae, forma vegetativa, árbol de tamaño mediano, caducifolio, con una copa abierta e irregular. Origen, distribución y hábitat, especie originaria de Florida, Estados Unidos, y México. Se distribuye ampliamente desde el sur de Florida en Estados Unidos hasta el norte de América del Sur, incluyendo la mayoría de las islas de las Antillas. En México se encuentra desde la Sierra de Tamaulipas y San Luis Potosí hasta Yucatán y Quintana Roo en la vertiente del Golfo y desde Sinaloa hasta la depresión central de Chiapas en el Pacífico. La altitud reportada para adaptación va desde el nivel del mar hasta los 1,800 (González-Rebeles 2018).

3.11.5. *Spondias sp* (ciruela)

Nombre científico: *Spondias sp* nativa de la zona cálido-húmeda de México Originaria de América tropical, extendiéndose desde el sur de México hasta Perú y Brasil, árbol de tamaño medio, que alcanza una altura de 25 m y un diámetro normal de 75 a 90 cm; la corteza y las hojas tienen un olor resinoso (Arriaga 2000).

3.11.6. *Gliricidia sepium* (madreado)

Nombre científico: *Gliricidia sepium* es una arbustiva que pertenece familia leguminosea, son árboles pequeños o medianos, que alcanzan un tamaño de 10 a 12 metros de altura. La corteza es lisa y su color puede variar desde un gris blanquecino a un profundo color marrón-rojizo. Tiene hojas compuestas que pueden ser de 30 cm de largo. Cada hoja se compone de foliolos que son de 2 a 7 cm de largo y de 1 a 3 cm de ancho. Las flores se encuentran en el extremo de las ramas que no tienen hojas. Estas flores tienen un color rosa a lila brillante que se tiñe de blanco. Una mancha de color amarillo pálido aparece, por lo general, en la base de la flor. El fruto es una vaina de 10 a 15 cm de longitud, de color verde cuando está inmadura y que se vuelve de color amarillo-marrón cuando alcanza la madurez. La vaina produce de 4 a 10 semillas marrones redondeadas (Díaz *et al.* 2013).

3.12. Descripción tipos de plantación

3.12.1. Plantación tradicional

El método de plantación convencional se denomina a la forma en que las planta se establecen en el sitio sin hacer nada mas que el agujero donde se quedara para siempre, de modo que este no llevara un proceso tecnico,establecimiento de agujero y siembra de la planta.

3.12.2. Enmienda orgánica-bokashi

El método mejorado se define como una nueva forma para plantar en el sitio donde sigue una serie de pasos,limpiar el lugar de plantacion, agujero con diámetro de 35 cm estableciendo materia orgánica bokashi aproximadamente dos paladas, siendo 2kg de peso por palada comaleo, aporcado, establecer zacate u hojarasca alrededor, esto busca dar mayor efectividad en la calidad de plantacion. Este esta producido desde mucho tiempo para que se encuentre en estado optimo para su funcion.

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1. Descripción del área de estudio

El estudio se realizó en dos etapas; propagación de plantas por semilla para llevarlas a campo, en las instalaciones del vivero forestal Sauces, en la Universidad Nacional de Agricultura y la segunda la siembra de plantas y prendones en las seis fincas seleccionadas en los municipios de Catacamas y Santa María del Real.

4.2. Ubicación de las fincas seleccionadas

Las seis fincas están ubicadas, en cinco comunidades, Manacas, Guayabito, Concepción Río Tinto, San Pedro de Catacama, y Cerro del Vigía. Municipios de Catacamas y Santa María del Real en el departamento de Olancho. Cada comunidad está a una distancia promedio de veinte y cinco km de la Universidad Nacional de Agricultura (Figura 1).

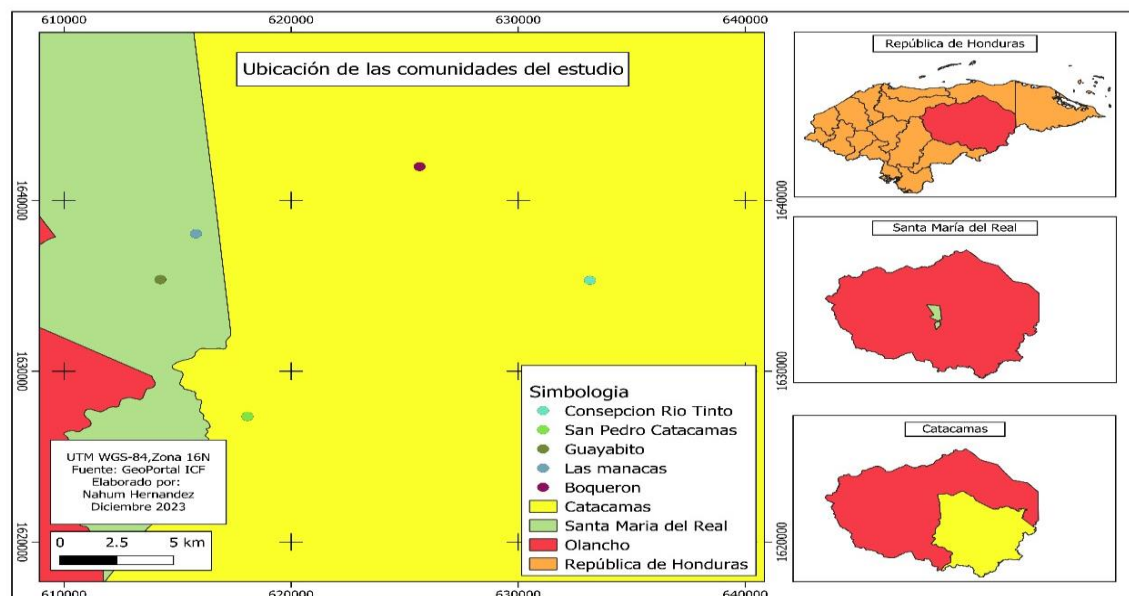


Figura 1. Localización de comunidades del área de estudio en Catacamas y Santa María del Real

4.3. Clima

Temperaturas: Las temperaturas en Catacamas pueden variar a lo largo del año. Durante la estación seca, las temperaturas promedio pueden oscilar entre los 25°C y los 35°C, mientras que, durante la estación lluviosa, las temperaturas promedio pueden oscilar entre los 20°C y los 30°C (Hernández 2016).

Precipitaciones: Catacamas recibe una cantidad significativa de precipitaciones durante la estación lluviosa. Las precipitaciones pueden variar, pero en promedio, la ciudad puede recibir alrededor de 1,000 a 1,500 mm de lluvia al año (Hernández 2016).

4.4. Materiales y método

Los materiales que se utilizarán en el vivero, durante la primera etapa son: Sustrato, Bolsas de polietileno, semilla, casulla de arroz, pala, piocha, carreta de mano, cinta métrica, alambre de púas, martillo, fertilizantes y grampas.

4.5. Pasos del estudio

El estudio se realizó durante los meses de mayo, junio, Julio, agosto, septiembre del año 2023, la producción de plantas se ejecutó desde marzo, para llegar con las condiciones óptimas de cada planta para establecerla y analizar en campo.

Compra de semillas: La compra de semillas se hizo en el municipio de Siguatepeque, Comayagua, Honduras en los bancos de semillas tropicales y UNACIFOR.

Llenado de bolsas de polietileno : Se procedió al llenado de las bolsas con el sustrato para siembra directa de las semillas. Todo el manejo de la producción de plantas se realizó en el vivero forestal UNAG.

Los predones de las tres especies no maderables a utilizar se recolectaron en fincas de productores con apoyo del técnico local del proyecto NAMA-CATIE

4.6. Efecto del bokashi en el desarrollo de plantas de *S. macrophylla*, *C. odorata* y *T. rosea*, en cercas vivas, en seis fincas silvopastoriles

4.6.1. Descripción del procedimiento

Se establecieron dieciocho plantas en total (seis por especie) tres utilizando bokashi y tres sin bokashi, rifados con papelitos, por especie y tratamiento. Para el total de seis fincas resultan ciento y ocho plantas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ejemplo de distribución de plantas con los tratamientos.

Con bokashi	Ce	Ce	Ce	Ma	Ma	Ma	Ca	Ca	Ca
Sin bokashi	Ma	Ma	Ma	Ce	Ce	Ce	Ca	Ca	Ca

Ce: Cedro. Ca: Caoba. Ma: Macuelizo

El total de plantas con bokashi en las seis fincas es de 54. Se agregaron dos paladas de bokashi por planta dando un total 108 paladas. Cada palada pesa 1.5 kg. El requerimiento total de bokashi es de 162 kg (356 lb = 3.56 quintales).

4.6.2. Plantación de las especies

Especies maderables: La plantación se realizó lineal, siguiendo la dirección de la cerca en cuatro fincas, en una finca se utilizó un diseño de parcelas de formas rectangular, Se utilizó una distancia de cuatro metros entre plantas. Se considera seis grupos, cada grupo tendrá tres plantas por especie, cada tratamiento nueve plantas sumando dieciocho en total rifará con un papel para definir que tratamiento y especie ira de primero, el procedimiento para los restantes grupos, será el mismo. Se obtendrá una cerca de 68 m longitud con dieciocho plantas; seis caobas, seis cedros y seis macuelizos, mientras que en una finca se realizó tres líneas de treinta y seis metros lineales cada uno, sumando 288 metros cuadrados en ellas.

18 plantas
68 m longitud

4.6.3. Especificaciones

Las plantas instaladas en el sitio tienen una media de 15cm la *Tabebuia rosea*, 21cm la *Swietenia macrophylla* y *Cedrella odorata* 18 cm, todos estos cálculos antes de llevarla a las fincas envasada en bolsa de polietileno, considerando el estado óptimo, como salud, cantidad de hojas y característica visible que indique el bienestar de las plantas.

4.6.4. Toma de datos

La toma de datos se realizó cada 30 días en cada finca, dependiendo de las fechas de plantación. Esto con el objetivo de ver diferencias durante un tiempo significativo siendo 90 días en total.

Repeticiones: El experimento se repitió en cada finca, de manera que hubo varias repeticiones de cada tratamiento en diferentes ubicaciones, con un radio de 27 km de distancia de la Universidad Nacional de Agricultura, con condiciones climáticas y de suelo similares.

4.7. Análisis de datos

En los análisis de datos se utilizó Excel, Infostat, para establecer diferencias de medias en cada tratamiento y variable evaluada, considerando las especies por tratamiento.

4.8. Variables evaluadas

4.8.1 Sobrevivencia

Considerando el total de plantas, por cada tratamiento para definir el porcentaje de sobrevivencia por tratamiento en cada especie.

$$\% \text{ de sobrevivencia} = \frac{\text{Plantas vivas final}}{\text{Plantas vivas inicio}} * 100$$

4.8.2. Altura (cm)

Se utilizó un metro para medir la altura, por cada método de plantación y por la especie arborea, desde el nivel de la tierra a el apice de la planta.

4.8.3. Diámetro de tallo (mm)

Se utilizó un pie de rey para ser más específico en la medida, la medida se realizó a nivel del suelo, tomando la medida, en el tratamiento sin bokashi y con bokashi, por cada una de las especies.

4.9. Efecto en el prendimiento y rebrote de prendones de *B. simaruba*, *G. sepium* y *Spondias sp* en seis fincas silvopastoriles

4.9.1. Descripción

Se establecieron cuarenta y cinco prendones (quince por especie) utilizando tres especies *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium* y *Spondias sp*, en forma lineal de acuerdo al cerco, son tres líneas de cerca diferente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución por especie de los prendones

Id	Id	Id	Id	Id	Id	Id	Id	Id	Id	Id	Id	Id	Id	Id
Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci	Ci
Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma	Ma

Id: Indio desnudo. Ci: Ciruelo. Ma: Madreado.

4.9.2. Plantación de las especies

Especies no maderables: La siembra es lineal, siguiendo la dirección de la cerca de la finca. Se utilizará 3 m entre plantas. Se sembrarán primero las quince plantas de una especie en una dirección diferente a las otras especies, es decir en diferente sitio.

45 plantas
132 m longitud

4.10. Diseño de establecimiento

Las especies utilizadas en el diseño de las cercas vivas fueron; indio desnudo (*Bursera simaruba*), madreño (*Gliricidia sepium*) y ciruela (*Spondias sp*). Al final se consideró las medias, por cada variable.

Toma de datos: Cada 30 días se tomaron datos, donde se comparó la sobrevivencia, rebrote y vigor entre las fincas para ver donde obtuvo mayor adaptabilidad la especie.

4.11. Análisis de datos

Se utilizó Excel e Infostat para calcular las medias por cada variable, sacando las medias de cada variable y especie.

Además, se puede graficar la sobrevivencia por especie, en cada tratamiento, cantidad de rebrotes y número por de yemas para mostrar una lectura de datos mejor (Anexo 2).

4.13. Variables a evaluadas

4.13.1. Sobrevivencia.

$$\% \text{ de sobrevivencia} = \frac{\text{Plantas vivas final}}{\text{Plantas vivas inicio}} * 100$$

4.13.2. Vigor

Se realizó de manera cualitativa, considerando de manera visual, color, tamaño y salud siendo en un rango de un 1 a 5, clasificándose de la manera;

1=Muy malo

2=Malo

3=Regular

4=Bueno

5= Muy bueno

4.13.3. Número de rebrotes.

Se contabilizó todos los rebrotes de los estacones durante el periodo de evaluación, este conteo se llevó a cabo para determinar la capacidad de rebrotar de la especie y la finca que tuvo mayor resultado

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Comparación del uso de enmienda orgánica bokashi y sin enmienda bokashi

5.1.1 Sobrevivencia

Se realizó el conteo de plantas vivas al final entre el número de plantas de inicio, *Tabebuia rosea*, *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata*. En los tratamientos de bokashi y sin bokashi. Se encontró que *Tabebuia rosea* tuvo una mayor sobrevivencia del 94% con bokashi y el 74,4% sin bokashi, mientras que en el caso de *Swietenia macrophylla*, la sobrevivencia fue de 83% similar tanto con bokashi como sin él, se observó que en *Cedrela odorata*, la sobrevivencia fue de 77 % mayor cuando se utilizó el tratamiento de bokashi.

El bokashi puede favorecer al crecimiento y la salud de las plantas, lo que a su vez puede aumentar su capacidad de sobrevivir en condiciones desafiantes (Figura 2).

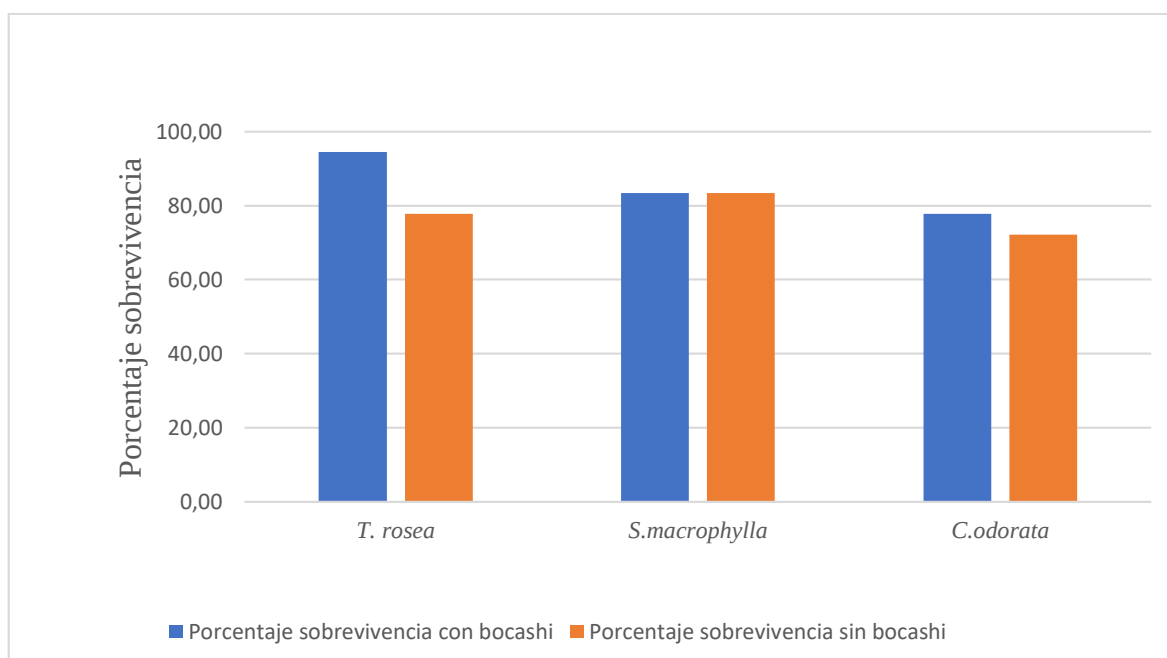


Figura 2. Sobrevivencia de *Tabebuia rosea*, *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* con los tratamientos: bokashi y sin bokashi.

Probablemente mayor parte de mortalidad se debió a factores de encharcamiento, pisoteo de ganado, corte de las plantas en áreas de zacate para forraje. Las fincas que tenían un mayor grado de pendiente con referente a la geografía del suelo, portaron una mayor sobrevivencia.

Villacorta (2021), considera que es importante tener en cuenta que los resultados pueden variar dependiendo de las condiciones específicas del sitio y las características de las especies estudiadas. También dice que el tipo de bokashi va incidir dependiendo lo composición química de la materia prima que se elaborar, pero es preciso.

UNAS *et al.* (2018), Considera que la especie de *Tabebuia rosea*, es una de las especies que se adapta mejor en la región tropical y resiste mejor, es por ello que obtiene mayor sobrevivencia.

5.2. Crecimiento

5.2.1. Altura de las plántulas

Se observó que la especie *Tabebuia rosea* presentó una mayor altura cuando se aplicó el tratamiento de bokashi de 30,53 cm en comparación con el grupo sin bokashi. Esto indica que el uso de bokashi puede tener un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo de *Tabebuia rosea*, lo que se refleja en su mayor altura. En el caso de *Swietenia macrophylla*, se encontró que el tratamiento de bokashi tuvo un mayor crecimiento de 24,40 cm en comparación con el grupo sin bokashi que tiene 23 cm, esto probablemente a las condiciones de época con lluvia y sol.

En cuanto a *Cedrela odorata*, la altura fue de 19,58cm no se encontraron diferencias significativas entre los grupos con y sin bokashi. Esto indica que el tratamiento de bokashi no tuvo un impacto estadísticamente significativo en el crecimiento de *Cedrela odorata* en términos de altura, se observó que es muy susceptible a la cantidad de lluvia. (Figura 3).

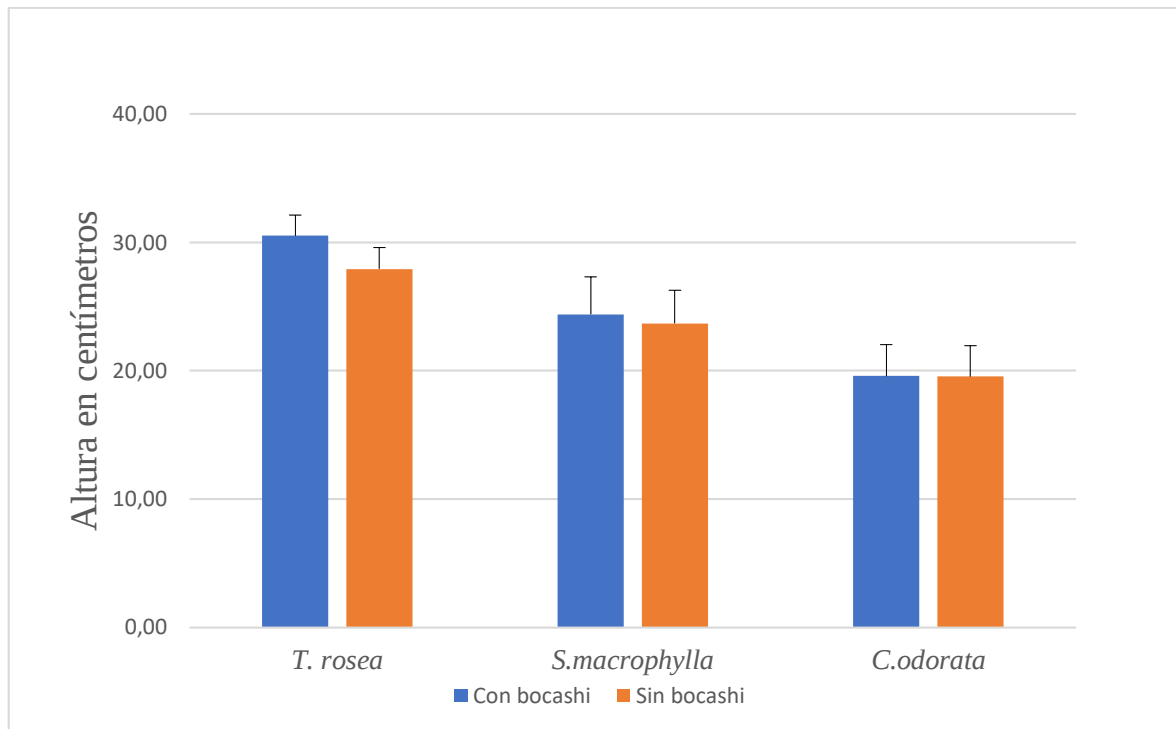


Figura 3. Altura en centímetros de *Tabebuia rosea*, *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* con los tratamientos, bokashi y sin bokashi. Las barras de error indican el error estándar de la media.

Torres y Juárez (2013), ratifica que la fertilización con abonos orgánico como el bokashi en especies forestales persigue como objetivo principal incrementar el crecimiento de las plantas y obtener máximos beneficios en el menor tiempo posible es por ello que en este estudio también muestra diferencias significativa y similares utilizando el bokashi.

Enriquez (1985), que la materia orgánica favorece el crecimiento de las plantas y mejora la capacidad retentiva de la humedad del 40% suelo, debido a que la materia orgánica, en forma coloidal, admite mayor cantidad de agua.

Según Tabora (1999), es importante mencionar que el bokashi contiene gran cantidad de sustancias como vitaminas, enzimas, hormonas, entre otras, las cuales pueden ser utilizadas por las semillas y posteriormente por las plántulas como estimuladoras del crecimiento.

5.2.2. Diámetro

Se encontraron tendencias de las medias diferentes. Se observó que *Tabebuia rosea* presentó una media de mayor diámetro de 7,22 mm cuando se aplicó el tratamiento de bokashi en comparación al sin bokashi, esto coincide que, a mayor altura, mayor diámetro. En el caso de *Cedrela odorata* 4,09 mm y *Swietenia macrophylla* 5,09 mm, también se encontraron diferencias significativas en el diámetro entre los grupos de bokashi y sin bokashi. Esto indica que el tratamiento de bokashi tuvo un efecto significativo en el crecimiento de estas especies en términos de diámetro (Figura 4).

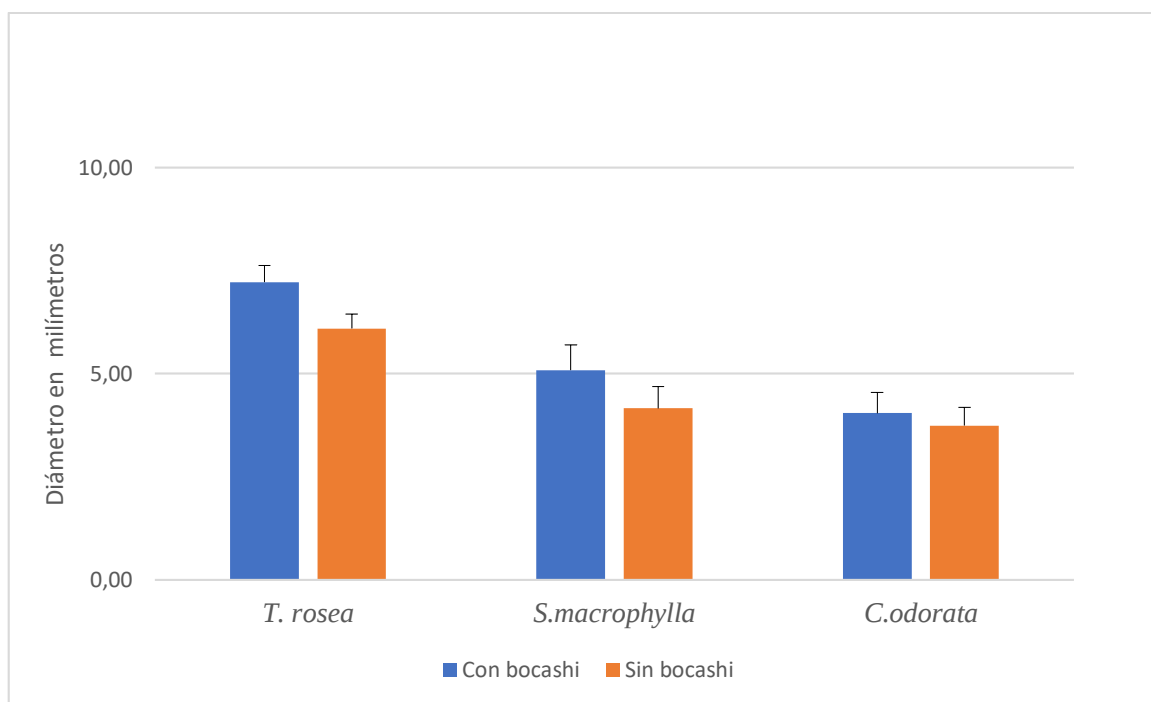


Figura 4. Diámetro en milímetros de *Tabebuia rosea*, *Swietenia macrophylla* y *Cedrela odorata* con los tratamientos: Bokashi y sin Bokashi. Las barras de error indican el error estándar de la media.

Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que han demostrado los beneficios del bokashi en el crecimiento de diferentes especies de árboles. Los diámetros pueden variar de acuerdo a la especie, pero podemos afirmar que el bokashi tiene un impacto significativo en los tres meses que se realizó la evaluación.

Sáenz *et al.* (2014) sugieren plantas con diámetros por encima de 7.22 mm en este caso la *Tabebuia rosea*, ya que es la que mejor se correlaciona con la biomasa radicular. Sigala *et al.* (2016), representando un buen indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, de su resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas. Prieto *et al.* (2003), demostraron que los las especies de *Tabebuia rosea* y *Cedrela odorata* con diámetro mayor tienen tasas de sobrevivencia más altas y que aumentan de 5 a 7 % por cada milímetro de incremento en el diámetro.

No existe un consenso definitivo que explique la relación entre la variación morfológica del diámetro y su impacto en campo definitivo, un mayor número de evidencias indicarían que esta variable sería en la actualidad una de las de mayor peso predictivo en los resultados de post plantación; es por ello que, varios viveristas experimentados utilizan esta variable como referencia para determinar el momento preciso para el trasplante de plantones, además, determinarla no implica un proceso complicado, incluso se relaciona directamente con otro importante parámetro, el índice de esbeltez, pues ambas corresponden a medidas representativas de la resistencia a factores climáticos y biológicos (Navarro *et al.* 2006).

5.3. Promedio de las variables de las especies maderables

Tabla 1. Promedio de las especies con y sin Bokashi en las fincas.

Especies	<i>T.rosea</i>			<i>T. rosea</i>			<i>S. macrophylla</i>			<i>S. macrophylla</i>			<i>C. Odorata</i>			<i>C. odora</i>		
Tratamiento	Con bokashi			Sin bokashi			Con bokashi			Sin bokashi			Con bokashi			Sin bokashi		
Fincas	Variables			Variables			Variables			Variables			Variables			Variables		
	S	A	D	S	A	D	S	A	D	S	A	D	S	A	D	S	A	D
J. Mendoza	84	31	11	78	29	10	81	23	4	82	23	4	78	18	4	76	18	3
M. Espinal	87	30	12	35	29	11	78	24	4	81	23	4	77	17	5	78	20	5
N. Velasquez	85	29	14	78	30	12	80	22	5	81	24	5	76	19	4	75	15	4
R. Andrade	88	31	15	91	28	11	82	23	5	78	24	5	75	19	3	76	17	3
R. Rubi	95	33	12	88	29	10	78	24	4	81	25	4	74	18	6	78	18	4
R. Argeñal	88	31	14	92	30	9	86	24	5	82	23	5	73	18	4	74	19	4
Total Promedio	87	30	13	77	29	10	80	23	4	81	23	4	76	18	4	76	18	4

S=Sobrevivencia, expresada en porcentaje (%).

A=Altura, expresada en centímetros (cm).

D=Diámetro, expresada en milímetros (mm).

Las variaciones en las especies y fincas se debe al bokashi, pero las mismas presentan condiciones climáticas, topografía, característica de suelo diferente y las especies pueden variar de acuerdo a su capacidad genética. Todo esto puede variar o alterar los datos obtenidos (Tabla 1).

5.4. Ubicación y dirección de los predones en las fincas

El establecimiento de los predones se realizó del 28 de mayo al 6 de junio del año 2023, la ubicación de los predones se realizó en forma del cerco por ello con el objetivo de dar seguimiento al estudio, para obtener resultados se presenta las coordenadas del primer predón en cada finca y su dirección azimut en grados por cada especie (Anexo 4).

5.5. Prendimiento de las especies no maderables

5.5.1. Supervivencia

La finca de R. Argeñal mostró un 100% de supervivencia en las tres especies evaluadas, esto probablemente a las condiciones de terreno que tiende a mayor grado de inclinación y evita el encharcamiento, lo que indica un alto grado de éxito en el establecimiento y desarrollo de las plantas de *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium* y *Spondias sp* en la finca. Esto puede deberse a diversos factores, como el manejo adecuado de las plantas, las condiciones favorables del suelo y el clima, así como posibles prácticas de cuidado y mantenimiento implementadas en la finca.

La finca de Josué Mendoza obtuvo la menor supervivencia en los tres tratamientos T1= *Bursera simaruba* 66%, *Gliricidia sepium* 93%, *Spondias sp* 60% Esto puede deberse a factores de que el ganado de la finca es mayor en menor área y provocan movimientos en los predones, indicar que existen desafíos o dificultades específicas en esta finca que afectarán negativamente el prendimiento y desarrollo de las plantas. Es importante analizar y comprender las posibles causas de esta baja supervivencia, como condiciones desfavorables del suelo, falta de cuidado adecuado de las plantas o posibles factores ambientales adversos. La comparación general durante los tres meses entre las especies evaluadas, se observó que el *Bursera simaruba* mostró una mayor supervivencia entre 73% y 80% en comparación con *Gliricidia sepium* y *Spondias sp*. Esto sugiere que *Bursera simaruba* puede ser una especie más resistente y adaptada a las condiciones presentes en las fincas silvopastoriles evaluadas (Tabla 3).

Por otro lado, *Spondias sp* con un 66% fue la especie que mostró una menor supervivencia en general, considerando las seis fincas. Posiblemente a que contiene un porcentaje de agua

Sim embargo el *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium* y *Spondias sp* de las que murieron se debe a factores de clima como encharcamiento, el ganado mueves los prendones establecido por malas prácticas del dueño de la finca como; clavar el prendon al cerco aun sin estar vivo.

Funes (1996), las cercas vivas de *Gliricidia sepium* comienzan a emitir yemas o rebrotes a las tres semanas y raíces a las 6-7 semanas, aunque el desarrollo de estas es pobre comparado con el de los árboles sembrados por semilla se ha observado que la mortalidad de las estacas puede ocurrir, incluso, a los 3 a 6 meses después de la plantación. La sobrevivencia a los 3 u 4 meses anda al rededor del 75% al 83% sobrevivencia de *Gliricidia sepium* coincide con este estudio es por ello que debe ser determinada, al menos, un año después de haber realizado la siembra (Hernández *et al* 2001).

Hymenaea (2012), en la plantación de *Spondias sp* establecida en el año 2010 se presentó un 70% de sobrevivencia y un 30 % de mortalidad. Los resultados de sobrevivencia se deben al buen manejo que se le brindo con la aplicación de tratamientos silviculturales como: limpieza, control de luz además de la buena calidad de la estaca.

5.5.2. Rebrote

Se ha observado que la especie *Spondias sp* tiene una media de los datos en capacidad de rebrote de 21,9 rebrotes por prendon, muestra una mayor capacidad de rebrote en comparación con las especies *Bursera simaruba* y *Gliricidia sepium*. De hecho, se ha encontrado que en aproximadamente el 80% de las fincas estudiadas, la especie *Spondias sp* presenta una mayor capacidad de rebrote Por otro lado, la especie *Bursera simaruba* ha mostrado capacidad de rebrote y alta sobrevivencia en la mayoría de las fincas. Aunque no ha alcanzado la misma prominencia que la especie *Spondias sp*, se ha demostrado que tiene la capacidad de regenerarse después de ser dañada o podada y es importante porque estas especies son de agrado alimenticio para el ganado por eso la importancia de la regeneración (Tabla 3).

Hymenaea (2012) dice que el número de rebrotes promedio por estaca de las *Spondias sp* entre 0 y 14 rebrotes por planta , 14 y 28 rebrotes por planta, comúnmente se encuentra en un promedio de 18 rebrotes, esta información es de utilidad por qué ya que las hojas de la

Spondias sp son apetecibles por el ganado y siendo este cultivar el de mayores rebrotes puede indicar que puede ser plantado para ser utilizado para forraje .

Lombo *et al* (2013), producción promedio de rebrotes durante los cuatro meses mostró diferencias entre las especies ($p < 0,05$); las respectivamente. Mucho más abajo se colocaron *G. ulmifolia* y *A. saman* con 69,33 y 54,0 rebrotes/árbol y, finalmente, *G. sepium* con 17,33 y 9 rebrotes/árbol con el transcurrir de los meses, se evidenció una reducción en la producción de rebrotes: el primer y segundo mes fueron los de mayor producción. Esta respuesta pudiera deberse a la concentración de carbohidratos, que suele ser más alta a principios de la época seca.

5.5.3. Vigor

Se consideró una escala del 1 al 5 , 1=Muy malo, 2=Malo, 3=Regular, 4=Bueno, 5=Muy bueno, destacando factores como salud, crecimiento del brote, color, de acuerdo a estos criterios se le daba la evaluación durante el periodo de tres meses del estudio. En el análisis de los resultados de vigor en diferentes tratamiento *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Spondias sp* se observa que la finca de R. Argeñal obtuvo un puntaje de 3.6 de vigor, siendo el más alto en comparación con las otras fincas. Esta puntuación indica un vigor destacado en las tres especies evaluadas.

Por otro lado, las fincas de J. Mendoza, M. Espinal, R. Andrade y R. Rubi presentaron un vigor similar de 3.3, considerando el vigor de las tres tratamientos *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium*, *Spondias sp*. En cuanto a la finca de N. Velasquez, se obtuvo un puntaje de 3, lo cual indica un vigor regular. Aunque no alcanzó el nivel de vigor de la finca de R. Argeñal, sigue siendo una puntuación aceptable. Es importante destacar que la especie que presentó el mejor vigor en todas las fincas evaluadas fue el *spondia sp*. Esta especie mostró un rendimiento superior en comparación con las otras especies evaluadas (Tabla 3).

Wolfe (1996), la *Bursera simaruba* esta especie tiene una probabilidad aproximadamente 3,5 veces mayor de poseer mejor vigor, en comparación con otras. En condiciones bajo la cobertura del arbusto, esta medida proveyó 2,1 veces más chances que para la especie quebracho blanco. Las medidas de asociación estimadas.

5.6. Promedios de las variables de las especies no maderables

Tabla 2. Promedio de las especies considerando las variables.

Especie	Sobrevivencia	Rebrote	Vigor
<i>Bursera simaruba</i>	90 %	8.7 rebrotes	3 regular
<i>Gliricidia sepium</i>	88 %	8 rebrotes	3 regular
<i>Spondias sp</i>	66 %	16.5 rebrotes	4 Bueno

El vigor es una variable observacional cualitativo el cual se asigna un rango siguiente; 1=Muy malo, 2=Malo, 3=Regular, 4=Bueno, 5=Muy bueno.

La especie *Bursera simaruba* fue una de las que más sobrevivió, quizás por sus adaptaciones al suelo en las áreas de estudio o su alto potencial genética para sobrevivir aun en condiciones adversas, la *Gliricidia sepium* tiene una sobrevivencia buena, probablemente porque es una de las que más se siembra como cerca viva en la zona. La *Spondias sp* es la que menos sobrevivió, pero presenta un porcentaje de rebrote interesantes y su vigor bueno, puede ser que su alto contenido de humedad que contiene en fisiología se combina con factores climáticos como la lluvia para que muchas veces se pudra y muera (Tabla 2).

Este promedio se obtuvo sumando los datos de cada variable por finca, en cada especie, divididos entre el número total de fincas.

Tabla 3. Porcentaje de sobrevivencia, medias de rebrote y vigor de las especies *Bursera simaruba*, *Gliricidia sepium* y *Spondias sp.*

Fincas	Especíes	% Sobrevivencia	Rebrotes	Vigor
J. Mendoza	<i>Bursera simaruba</i>	66%	6,9	3
	<i>Gliricidia sepium</i>	93%	7,7	3
	<i>Spondias sp</i>	60%	21,3	4
M. Espinal	<i>Bursera simaruba</i>	100%	6,7	3
	<i>Gliricidia sepium</i>	46%	9,8	2
	<i>Spondias sp</i>	26%	28,3	5
N. Velásquez	<i>Bursera simaruba</i>	73%	13,6	4
	<i>Gliricidia sepium</i>	100%	7,3	3
	<i>Spondias sp</i>	80%	4,4	2
R. Andrade	<i>Bursera simaruba</i>	100%	6,7	3
	<i>Gliricidia sepium</i>	100%	10,9	3
	<i>Spondias sp</i>	33%	4,4	1
R. Rubí	<i>Bursera simaruba</i>	100%	9,6	3
	<i>Gliricidia sepium</i>	93%	7,7	3
	<i>Spondias sp</i>	100%	30,1	4
R. Argeñal	<i>Bursera simaruba</i>	100%	8,7	5
	<i>Gliricidia sepium</i>	100%	4,6	2
	<i>Spondias sp</i>	100%	10,7	4

VI. CONCLUSIONES

- a. El uso de Bokashi en el desarrollo de plantas maderables (*Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea*) presento una diferencia en las medias de cada especie.
- b. *Tabebuia rosea* es una de las especies maderables que tiene un alto desarrollo en las fincas y una adaptabilidad mejor en comparación a las demás.
- c. La especie *Bursera simaruba* es una de las especies no maderables de cercas vivas que presenta mayor adaptación a las condiciones agroclimáticas en la área del estudio
- d. *Spondias sp*, es la especie más sensible para sobrevivir, pero es altamente vigorosa y su porcentaje de rebrote es alto.

VII. RECOMENDACIONES

- a. Continuar el estudio, considerar un análisis de las propiedades químicas, físicas biológicas del suelo también y la sombra. Para tener una mayor precisión en los datos en cuanto al uso y no del bokashi, considerando establecer parcelas de muestreo permanente(PMP) para obtener registros en un tiempo mayor que tres meses.
- b. El bokashi promoverlo mediante alianzas estratégicas con organizaciones agrícolas, instituciones educativas y gobiernos locales, en conjunto para desarrollar programas de capacitación, proyectos piloto y demostraciones prácticas en granjas o huertos comunitarios, pero problemamente lo resultado se deban a mas factores como fenología de las especies, clima y suelo.
- c. Continuar con la especie *Bursera simaruba* como cerca viva de uso multiple, porque presenta mayor caracateristica, quizás es la que mejor se adapta a las condiciones de suelo y demás factores.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Avila, R. (2017). Cedrela odorata paquete tecnológico forestal, (en línea, sitio web). Consultado 29 mar. 2023. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v36n4/pyf03413.pdf>.

Benavides, JE; Gómez Figueroa, P y LAF. 2000. Tabebuia rosea (en línea, sitio web). Consultado 28 mar. 2023. Disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/11-bigno7m.pdf.

Bintley, M; Franklin, K. 2023. Garden, Forest. Landscapes and Environments of the Middle Ages :12–25. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003122036-2>.

Buitrago-Guillen, ME; Ospina-Daza, LA; Narváez-Solarte, W; Buitrago-Guillen, ME; Ospina-Daza, LA; Narváez-Solarte, W. 2018. Sistemas silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático (en línea). Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural 22(1):31–42. DOI: <https://doi.org/10.17151/BCCM.2018.22.1.2>.

Carpio Hernandez, LM. 2021. ¿Qué son los abonos orgánicos y qué tipos existen? - Mejor con Salud (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2023. Disponible en <https://mejorconsalud.as.com/abonos-organicos-tipos/>.

Conservancy, TN. 2013. Cercas vivaS. Disponible en <https://eco-logic.com.co/sistemas-silvopastoriles-que-son-y-como-aportan-a-la-mitigacion-del-cambio-climatico/>.

Costas. G. 2017. Reproducción sexual y asexual en las plantas (en línea, sitio web). Consultado 21 mar. 2023. Disponible en <https://cienciaybiologia.com/reproduccion-sexual-y-asexual-en-las-plantas/>.

Costas, G. 2021. Sistemas silvopastoriles: ¿qué son y cómo aportan a la mitigación del cambio climático? - Ecologic (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2023. Disponible en <https://eco-logic.com.co/sistemas-silvopastoriles-que-son-y-como-aportan-a-la-mitigacion-del-cambio-climatico/>.

Espinosa, R. 2018. Árboles importantes, Ecologic (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2023. Disponible en <https://eco-logic.com.co/sistemas-silvopastoriles-que-son-y-como-aportan-a-la-mitigacion-del-cambio-climatico>.

FAO. 2022. | FAO (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2023. Disponible en <https://www.fao.org/americas/noticias/ver/en/c/1634091/>.

Fonte, L; Diaz Maykelis. 2013. Caracterización morfológica de *Gliricidia sepium*, composición bromatológica y proporción de azúcares en sus flores (en línea, sitio web). Consultado 29 mar. 2023. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v36n4/pyf03413.pdf>.

de Galiza Barbosa, F; Galgano, SJ; Botwin, AL; Lara Gongora, AB; Sawaya, G; Baroni, RH; Queiroz, MA. 2022. Genitourinary imaging. s.l., s.e. p. 289–312 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-88537-9.00012-X>.

Guanabara, E; Ltda, K; Guanabara, E; Ltda, K. 2016. Propagacion vegetativa por medio de estacas de tallo.

Halfter, G; Cruz, M; Huerta, C. 2018. Restauración De Paisajes: Los Árboles Fuera Y Dentro De Los Potreros (en línea). (January). Disponible en https://www.researchgate.net/publication/330325616_Restauracion_de_paisajes_los_arboles_fuera_y_dentro_de_los_potreros.

Hernández, A. 2016. Cambio climático en Honduras (en línea). La infancia en peligro :17–87. Disponible en <https://www.unicef.org/honduras/media/501/file/El-Cambio-climático-en-Honduras-estudio-2016.pdf>.

Hernández, I; Pérez, E; Sánchez, T. 2001. Las cercas y los setos vivos como una alternativa agroforestal en los sistemas ganaderos (en línea). Pastos y Forrajes 24(2):93–103. Disponible en [https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path\[\]=906](https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path[]=906).

Hymenaea, D. 2012. Trabajo de Graduación Trabajo de Graduación. Disponible en [https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path\[\]=906](https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path[]=906).

Ibert Morera Beita y Carola Scholz. 2016. Restauración funcional del paisaje rural. Uicn vol 3:01–436.

Lombo, D; Ibrahim, M; Villalobos, C; Benjamin, T; Skarpe, C. 2013. Evaluación de la disponibilidad de biomasa y capacidad de rebrote de leñosas forrajeras en potreros del trópico seco de Nicaragua. *Agroforestería en las Américas* 50:62–68.

Martínez, M; Arriaga, V. 2000. *Spondias mombin*, selección de la especie, Objetivos 1.1.1 Restauración y protección 1.1.2 Agroforestal 1.1.3 Urbano 1.1.4 Comercial 1.1.5 Otros 2. descripción de la especie 2.1 Taxonomía Nombre científico *Spondias mombin* ,Sinonimia *Myrobalanus lutea* Macf. .

Mundo huerto.Garcia 2018. Qué son los abonos químicos (en línea, sitio web). Consultado 20 mar. 2023. Disponible en <https://www.mundohuerto.com/fertilizantes/abonos-quimicos>.

Palma García, J; González-Rebeles, C. 2018. Recursos arbóreos y arbustivos tropicales para una ganadería bovina sustentable (en línea). Universidad de Colima (May):1–138. Disponible en http://ww.ucol.mx/content/publicacionesenlinea/adjuntos/Recursos-arboreos-y-arbustivos-tropicales_462.pdf.

Perú, H; Anthony, B; Valdivia, M. 2018. Universidad nacional agraria de la selva. .

Pezo, D. 2005. Establecimiento y manejo de Sistemas (en línea). :62. Disponible en https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9226/Establecimiento_y_manejo_de_sistemas.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Torres Juarez, JL. 2013. Efecto del abono orgánico tipo Bokashi sobre el crecimiento de la Shaina (*Colubrina glandulosa* Perkins) en la etapa de vivero y plantación en campo definitivo en etapa de vivero y campo definitivo en Tulumayo. :129.

Vergara, M del C; Ramos, J; Sinz, C; Rodriguez, S. 2012. Forestales Tropicales. *Forestales Tropicales* 1(1):187.

Villacorta Linares, G. 2021. Efecto de sustratos en la sobrevivencia, crecimiento y calidad de plantas clonadas de *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex Schum. (capirona) en vivero, Ucayali - Perú (en línea). Universidad nacional intercultural de la amazonia, Facultad de ingenieris y ciencias ambientales . Disponible en http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/276/1/T084_72952354_T.pdf.

ANEXOS

Anexo 1. Diferencia en análisis estadístico de bokashi y sin bokashi, variables altura y diámetro.

Metodo siembra	Variable	n	Media	D.E.
Con Bocashi	Dif. Altura (cm)	47	26.45	13.87
Sin Bocashi	Dif. Altura (cm)	42	23.29	13.94

Metodo siembra	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
Con Bocashi	Dif. Diam (mm)	47	0.80	0.37	0.00	15
Sin Bocashi	Dif. Diam (mm)	42	0.72	0.32	0.00	2

Error: 0.0669 gl: 80

Especie	Medias	n	E.E.	
Macuelizo	0.95	32	0.05	A
Cedro	0.71	28	0.05	B
Caoba	0.70	29	0.05	B

Anexo 2. . Diferencia de vigor y rebrotes, entre los tratamientos de cercas vivas.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
VIGOR (1-5)	656	0.31	0.30	33.83

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.19786

Error: 1.0908 gl: 646

Especie	Medias n	E.E.
T3 CIRUELA	3.17 180	0.08 A
T1 INDIO DESNUDO	3.17 242	0.07 A
T2 MADREADO	2.85 234	0.07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
#REBROTES	657	0.30	0.29	72.14

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.42728

Error: 56.8318 gl: 647

Especie	Medias n	E.E.
T3 CIRUELA	16.55 180	0.58 A
T1 INDIO DESNUDO	8.40 243	0.49 B
T2 MADREADO	7.96 234	0.50 B

Anexo 3. Toma de datos cualitativo y cuantitativo de prendones.



Anexo 4. Coordenandas del primer preñon en las fincas, de cada especie.

Finca	Especies	Coordenada X	Coordenada Y	Dirección
J. Mendoza	<i>B. Simaruba</i>	625499,24	1632847,85	RUMBO 156 °SE
J. Mendoza	<i>G. Sepium</i>	625490,92	1632917,75	RUMBO 177° SE
J. Mendoza	<i>Spondias sp</i>	625506,68	1632886,55	RUMBO 77° E
M. Espinal	<i>B. Simaruba</i>	625055,52	163252,58	RUMBO 84° NE
M. Espinal	<i>G. Sepium</i>	624960,97	1632666,05	RUMBO 89° E
M. Espinal	<i>Spondias sp</i>	624927,65	1632578,28	RUMBO 298° NE
N. Velásquez	<i>B. Simaruba</i>	614054,81	1632954,70	RUMBO 41° NE
N. Velásquez	<i>G. Sepium</i>	613966,00	1633012,95	RUMBO 35° NE
N. Velásquez	<i>Spondias sp</i>	613927,44	1633004,48	RUMBO 127° SE
R. Andrade	<i>B. Simaruba</i>	614054,81	1632954,70	RUMBO 41° NE
R. Andrade	<i>G. Sepium</i>	614979,43	1640556,57	RUMBO 316° NE
R. Andrade	<i>Spondias sp</i>	613986,37	1640553,64	RUMBO 33° NE
R. Rubí	<i>B. Simaruba</i>	632635,85	1634151,35	RUMBO 186 ° 0
R. Rubí	<i>G. Sepium</i>	632566,02	1634143,75	RUMBO 352 °NO
R. Rubí	<i>Spondias sp</i>	632516,66	1634039,38	RUMBO 282 ° O
R. Argeñal	<i>B. Simaruba</i>	630056,23	1630056,24	RUMBO 260° 0
R. Argeñal	<i>G. Sepium</i>	660074,65	1630131,80	RUMBO 2°N
R. Argeñal	<i>Spondias sp</i>	630064,24	1630081,12	RUMBO 290° NO

