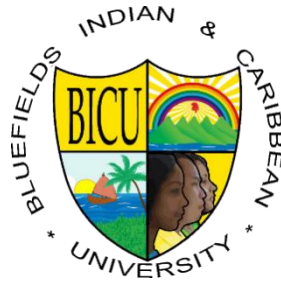


**BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY
BICU**



**FACULTAD DE INGENIERÍA AGROFORESTAL DE TRÓPICO
HÚMEDO
(FAGROFORTH)**

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

Crecimiento y desarrollo en condiciones de vivero de cinco especies forestales, producidos por estacas bajo dos sistemas de siembra, en la finca experimental de la Universidad Bicu, Recinto Bilwi, RACCN, Nicaragua 2022

Autor: MSc. Zamer Danilo Mairena Bermúdez

Colaboradoras: Br. Shellian Chow Zepeda

Br. Ega Lorio Dudley

Recinto Bilwi, RACCN, Nicaragua
Noviembre, 2023

“La Educación es la Mejor Opción para el Desarrollo de los Pueblos”

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	ii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	vi
I. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
1.1. Recepción y resolución	1
1.2. Objetivo de desarrollo sostenible (ODS).....	1
1.3. Datos generales del investigador principal.....	1
1.4. Identificación del Proyecto de Investigación.....	2
II. INTRODUCCIÓN	3
2.1. Antecedes y contexto del Problema	3
2.2. Pregunta de Investigación	4
2.3. Objetivos	4
a. General	4
b. Específicos	4
2.4. Justificación.....	4
2.5. Limitaciones y riesgos	5
2.6. Variables	6
2.7. Supuestos básico o Hipótesis	6
III. MARCO TEÓRICO	7
3.1. Estado del arte	7
3.2. Teorías y conceptos asumidos.....	12
IV. DISEÑO METODOLÓGICO	16
4.1. Área de localización del estudio.....	16
4.2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo.....	16
4.3. Población y muestra	16
4.3.1. Tipo de muestra y muestreo	17
4.3.2. Técnica e instrumento de la investigación.....	18
4.4. Diseño Experimental	18
4.4.1. Técnica de Recolección de Datos.....	21
4.4.2. Confiabilidad y validez de los instrumentos	22
4.5. Operacionalización de la variable.....	22
4.6. Análisis de datos.....	23
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. RECOMENDACIONES	45
VIII. REFERENCIAS	46



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Población y Muestra	28
Tabla 2. Factores en estudios y sus respectivos niveles de combinaciones.....	19
Tabla 3. Categorías para evaluación de la sobrevivencia.....	24
Tabla 4. Análisis de varianza para grado de sobrevivencia	27
Tabla 5. Análisis de varianza para altura de las estacas	29
Tabla 6. Análisis de varianza para diámetro de las estacas	33
Tabla 7. Categorías de números de rebrotes por estacas	36
Tabla 8. Análisis de varianza para números de rebrotes por estacas	37
Tabla 9. Categorías de crecimiento de rebrotes por estacas.....	40
Tabla 8. Análisis de varianza para crecimiento de rebrotes por estacas	41



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Grado de sobrevivencia	28
Figura 2. Crecimiento dasometrico en alturas.....	30
Figura 3. Crecimiento dasometrico en diámetros.....	34
Figura 4. Numero de rebrotes	38
Figura 5. Crecimiento de rebrotes	42

RESUMEN

El presente estudio investigativo se realizó en la finca experimental de la Universidad BICU, Núcleo Bilwi; ubicada a 1.8 km al sur de la empresa Nafcos S.A. y a 8 km distante del sector urbano de la Ciudad de Bilwi, RACCN, con el objetivo de evaluar el crecimiento y desarrollo en condiciones de vivero de cinco especies forestales; Caoba (*Swietenia macrophylla* king), Guapinol (*Hyeronima alchorneoides* Allen), Nancitón (*Hyeroma alchorneoides* allen), Madero negro (*Gliricidia Sepium*), Leucaena (*Leucaena leucacephala*) producidos por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda, en un periodo de cinco meses.

La investigación tuvo un enfoque mixto; cualitativo con implicancia cuantitativa, según su finalidad fue de carácter experimental, según su alcance fue de corte longitudinal y por su nivel de profundidad y objetivo fue de carácter exploratorio

Se estableció el experimento en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) Bifactorial, donde el **factor A**: correspondió a las especies forestales y el **factor B**: correspondió a los tipos de siembra; se utilizaron análisis de varianza para cada factor y la interacción de ambas, con un nivel de significancia alfa del 0.05%. A demás se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls), para determinar valores críticos de acuerdo al número de medias de tratamiento involucrados en la comparación y el Modelo Aditivo Lineal (MAL), para la constitución de observaciones como media general más un elemento aleatorio de variación

Existen diferencias altamente significativas, para la variable grado de sobrevivencia de las estacas obtenido por efecto del factor A: especies forestales estudiadas, por efecto del factor B: tipos de siembra y por la interacción de ambas (especies forestales x tipo de siembra) utilizado; los tratamientos **a4b1** y **a5b1** (estacas de madero negro y leucaena sembrado en bolsas de polietileno) fueron los mejores con el 94.4 y 88.8 % en sobrevivencia, con categorías de “**excelente**” según (Centeno, 1993) y con categoría estadística de “**a**” por la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

Existen diferencias altamente significativas, para la variable altura de las estacas obtenidos por efecto del factor A: especies forestales estudiadas y por efecto del factor B: tipo de siembra; los tratamientos **a₄b₁** y **a₅b₁** (estacas de madero negro y leucaena sembrado en bolsas de polietileno) obtuvieron el mayor crecimiento de las estacas con 28.8 y 28.25 cm, con un crecimiento mensual de 5.76 y 5.65 centímetros, con categorías estadísticas de “**a**”, por la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

Existen diferencias altamente significativas, para la variable diámetros de las estacas obtenidos por efecto del factor A: especies forestales estudiadas, diferencias significativas para el factor B: tipo de siembra y por la interacción A*B (especies forestales * tipo de siembra); los tratamientos (**a₄b₂**) y (**a₄b₁**) (madero negro establecido a raíz desnuda y en bolsas de polietileno) obtuvieron los mayores diámetros promedios con 9.3 y 8.5 cm respectivamente, con un incremento diamétrico promedio mensual de 1.8 y 1.7 cm, con categorías estadísticas de “**a**”, por la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

Existen diferencias significativas, para la variable número de rebrotes por estacas obtenidos por efecto del factor A: especies forestales estudiadas y diferencias altamente significativas para el factor B: tipo de siembra utilizada; el tratamientos **a₄b₁** (estacas de madero negro sembrado en bolsas de polietileno) tuvo el mejor comportamiento con 10.2 rebrotes por estacas, con categoría de **excelente** según (Centeno, 1993) y con categoría estadística de “**a**”, por la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

No se encontró diferencias significativas, para la variable crecimiento de rebrotes por estacas obtenidos por efecto del factor A: especies forestales estudiadas, por efecto del factor B: tipo de siembra utilizada y por efecto de la interacción A*B (especies forestales * tipo de siembra); los tratamientos **a₄b₁**, **a₃b₁**, **a₅b₁** y **a₁b₁** (estacas de madero negro, nanciton, leucaena y caoba sembrados en bolsas de polietileno) fueron los mejores con 26.4, 25.60, 25.60 y 25.60 cm, con categorías de “**aceptable**” según (Centeno, 1993) y con categoría estadística de “**a**” por la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

Palabras claves: Raíz desnuda, Tratamientos, Supervivencia, Análisis de varianza



ABSTRACT

The present investigative study was carried out in the experimental farm of the BICU university, Núcleo Bilwi; located 1.8 km south of the company Nafcos S.A. and 8 km away from the urban sector of the City of Bilwi, RACCN, with the objective of evaluating the growth and development in nursery conditions of five forest species; Mahogany (*Swietenia macrophylla* king), Guapinol (*Hyeronima alchorneoides* Allen), Nancitón (*Hyeroma alchorneoides* allen), Madero negro (*Gliricidia Sepium*), Leucaena (*Leucaena leucecephala*) produced by stakes in polyethylene bags and bare root, in a period of five months .

The investigation had a mixed approach; qualitative with quantitative implication, according to its purpose it was experimental, according to its scope it was longitudinal and due to its level of depth and objective it was exploratory.

The experiment was established in a Bifactorial Randomized Complete Block Design (DBCA), where factor A: corresponded to forest species and factor B: corresponded to planting types; Analysis of variance was used for each factor and the interaction of both, with an alpha level of significance of 0.05%. In addition, the SNK Multiple Ranges test (Student Newman Kauls) was used to determine critical values according to the number of treatment means involved in the comparison and the Linear Additive Model (MAL) for the constitution of observations as a general mean. plus a random element of variation

There are highly significant differences, for the variable degree of survival of the cuttings obtained by the effect of factor A: forest species studied, by the effect of factor B: types of planting and by the interaction of both (forest species x type of planting) used; treatments a4b1 and a5b1 (cuttings of black wood and leucaena planted in polyethylene bags) were the best with 94.4 and 88.8% survival, with categories of "excellent" according to (Centeno, 1993) and with a statistical category of "a" by the SNK Multiple Range Test (Student Newman Kauls).



INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL



There are highly significant differences for the variable height of the stakes obtained by the effect of factor A: forest species studied and by the effect of factor B: type of planting; treatments a4b1 and a5b1 (blackwood and leucaena stakes planted in polyethylene bags) obtained the highest growth of the stakes with 28.8 and 28.25 cm, with a monthly growth of 5.76 and 5.65 centimeters, with statistical categories of "a", for the SNK Multiple Range test (Student Newman Kauls).

There are highly significant differences for the variable diameters of the stakes obtained by the effect of factor A: forest species studied, significant differences for factor B: type of planting and by the interaction A*B (forest species * type of planting); treatments (a4b2) and (a4b1) (black wood established bare root and in polyethylene bags) obtained the largest average diameters with 9.3 and 8.5 cm respectively, with a monthly average diameter increase of 1.8 and 1.7 cm, with statistical categories of "a", by the SNK Multiple Range test (Student Newman Kauls).

There are significant differences for the variable number of sprouts per stake obtained by effect of factor A: forest species studied and highly significant differences for factor B: type of planting used; Treatment a4b1 (black wood stakes planted in polyethylene bags) had the best behavior with 10.2 sprouts per stake, with a category of excellent according to (Centeno, 1993) and with a statistical category of "a", by the Multiple Range test of SNK (Student Newman Kauls).

No significant differences were found for the variable growth of sprouts by cuttings obtained due to the effect of factor A: forest species studied, due to the effect of factor B: type of sowing used and due to the effect of the interaction A*B (forest species * type of sowing); treatments a4b1, a3b1, a5b1 and a1b1 (cuttings of black wood, nanciton, leucaena and mahogany planted in polyethylene bags) were the best with 26.4, 25.60, 25.60 and 25.60 cm, with categories of "acceptable" according to (Centeno, 1993).) and with a statistical category of "a" by the SNK Multiple Ranges test (Student Newman Kauls).

Key word: Bare root, Treatments, Survival, Analysis of varianc

I. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Recepción y resolución

Uso interno de la Dirección de Investigación y Postgrado

Fecha de recepción	Resolución	Fecha de resolución	Inicio del proyecto
--------------------	------------	---------------------	---------------------

1.2. Objetivo de desarrollo sostenible (ODS)

Objetivo de desarrollo Sostenible (ODS)	Promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial.
Meta del ODS	Para el 2020, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial.
Indicador	Avances hacia la gestión forestal sostenible

1.3. Datos generales del investigador principal

Datos Generales del Investigador Principal

Nombres y Apellidos: Zamer Danilo Mairena Bermúdez

Facultad/Departamento/Escuela: Área del Conocimiento y Ciencia y Tecnología

Número de Teléfono:

Número de Celular: 85477495, 86016825

Correo electrónico institucional: zamer.mairena@bicu.edu.ni

ORCID (obligatorio): 0009 – 0008 – 1070 - 6222

Formación Académica: Master en Gestión ambiental, Ingeniero Agroforestal

1.4. Identificación del Proyecto de Investigación

Título del Proyecto de Investigación:

Crecimiento y desarrollo en condiciones de vivero de cinco especies forestales, producidos por estacas bajo dos sistemas de siembra, en la finca experimental de la Universidad Bicu, Recinto Bilwi, RACCN, Nicaragua 2022

Fecha de Inicio:	Fecha de Finalización:	Duración (en meses):
Enero 2022	Junio 2022	6 meses
Área estratégica de Investigación	Ciencia y Tecnología Recursos Naturales y medio Ambiente Adaptación al cambio climático Seguridad Social y Humana Ciencias Económicas y Administrativas Ciencias de la Educación Ciencias Jurídicas Ciencias de la salud Tecnología de Información y Comunicación (TIC)	X
Áreas del Conocimiento adoptadas por el Consejo Nacional de Evaluación y Acreditación (CNEA)	Educación Humanidades y arte Ciencias sociales, educación comercial y derecho Ciencias Ingeniería, industria y construcción Agricultura Salud y servicios sociales Servicios	X

Línea (s) de Investigación: *(Indique al menos una 1)*

El Bosque y sus Servicios

II. INTRODUCCIÓN

2.1. Antecedes y contexto del Problema

Según (Dias, 2005), en condiciones de vivero, las estacas de madero negro a los cinco meses presentan un porcentaje de sobrevivencia del 59.5 por ciento, muy similar a lo expresado por (Sequeira, 2004) con 51.7 %; presenta además 8.1 rebrotes por estacas y un crecimiento de 40.65 cm, resultados relativamente bajos y se debe influencia de factores edafoclimáticos y por afectación de plagas y enfermedades.

Según, (Duarte, 2005), la *Leucaena* en la fase de vivero; establecida mediante estacas, alcanza una altura promedio de 108 cm de altura y un diámetro de 2.55 cm a los cinco meses; lo que implica que bajo condiciones ambientales idóneos y cuidados adecuados (silvicultura) las estacas sufren menos estrés y ataques de plagas.

Hoy en día, ha aumentado considerablemente el interés por utilizar la propagación vegetativa en los programas operativos de plantación (Zobel, 1988). Sin embargo, existe la limitante que muchas plantas importantes económicamente tienen una baja capacidad genética y fisiológica para la formación de raíces adventicias (Hartmann, 1997); además, la estrechez genética de las poblaciones propagadas vegetativamente suele convertirse en un problema frente a epidemias, de manera que, debe ser una norma, la búsqueda constante de clones, pero provenientes de diferentes ambientes, que permiten llevar a su vez, la variabilidad genética de sus sitios de origen. (Calzada, 1993) Indica que para cada especie es necesario encontrar la forma de propagación asexual más conveniente.

Uno de los principales inconvenientes para la propagación por estacas, es la selección de clones con características sobresalientes que pueda ser usado como plantas madres; asimismo, definir para cada especie la mejor metodología de propagación. Por consiguiente, en nuestra zona este tipo de propagación pueden verse alterado por factores edafoclimáticas, genéticos y fisiológicas.

2.2. Pregunta de Investigación

¿Cuáles de las cinco especies forestales en condiciones de vivero, lograrán mayor grado de sobrevivencia, altura, diámetro, número y crecimiento de rebrotes producido por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda?

2.3. Objetivos

a. General

Evaluar el crecimiento y desarrollo en condiciones de vivero de cinco especies forestales; Caoba (*Swietenia macrophylla* king), Guapinol (*Hyeronima alchorneoides* Allen), Nancitón (*Hyeroma alchorneoides* allen), Madero negro (*Gliricidia Sepium*) y Leucaena (*Leucaena leucacephala*) producidos por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda, en un periodo de seis meses en la finca experimental de la Universidad Bicu, Recinto Bilwi, RACCN, Nicaragua 2022

b. Específicos

- Determinar el grado de sobrevivencia de cada una de las cinco especies forestales producidas por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda.
- Conocer el crecimiento dasométrico en altura y diámetro de cinco especies forestales producidas por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda.
- Determinar el número de rebrotes y crecimiento de rebrotes de cada una de las cinco especies forestales producidas por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda.

2.4. Justificación

El manejo de rebrotes ha venido tomando importancia en los últimos años debido al deterioro ambiental al que están siendo sometidos los bosques, en gran manera esto es un

resultado directo del aumento de la población mundial; esta situación nos obliga a buscar alternativas que permitan producir un mayor volumen de biomasa principalmente para la necesidad de los alimentos de la población.

La propagación vegetativa por estaca es el sistema de propagación más antiguo, es poco costoso, fácil de realizar, no requiere de habilidad especial de parte del operador y necesita poco espacio y casi todos los frutales nativos tropicales y subtropicales pueden propagarse por estacas (Calzada, 1993). Esto es corroborado por (Longman, 1993), quién afirma que más del 80 % de árboles tropicales forestales pueden ser enraizados con estacas de madera suave.

La propagación vegetativa por estacas es una porción separada de la planta, que tiene la ventaja de la ganancia genética en períodos cortos y de transferir todo el potencial genético de la planta madre a su descendencia, por lo antes dicho, se debe de seguir experimentando con este método de propagación en especies de buena capacidad de rebrote, cuyo objetivo es conseguir estacas enraizadas de calidad, que respondan bien y rápidamente al trasplante, que presenten gran uniformidad y sean la mejor base para alcanzar plantas de calidad.

Por tanto esta investigación está orientada a evaluar el crecimiento y desarrollo en condiciones de vivero de cinco especies forestales; Caoba (*Swietenia macrophylla* king), Guapinol (*Hyeronima alchorneoides* Allen), Nancitón (*Hyeroma alchorneoides* allen), Madero negro (*Gliricidia Sepium*), Leucaena (*Leucaena leucacephala*), producido vegetativamente (por estacas), bajo dos sistemas de siembra (en bolsas de polietileno y a raíz desnuda y) en un periodo de cinco meses en los terrenos de la finca experimental de la Universidad Bicu, Núcleo Bilwi, RACCN, Nicaragua, 2022.

2.5. Limitaciones y riesgos

Limitantes	Acciones para corrección	Medios
Acceso al Presupuesto	Asignación de presupuesto	Implementos agrícolas y sustratos
Estado de las condiciones climáticas	Levantamiento de la información	Estado del tiempo

2.6. Variables

- Grado de sobrevivencia
- Altura de las estacas
- Diámetro de las estacas
- Numero de rebrotes por estacas
- Crecimiento de rebrotes por estacas

2.7. Hipótesis

Modelo Aditivo Lineal (MAL), para los factores distribuidos en un BCA

Descripción de MAL: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \varepsilon_{ijk}$

$\mathcal{E} \alpha_i = \mathbf{0}$ (al menos una de las especies forestales ejerce un efecto significativo en las variables sobrevivencia, altura, diametro, numero de rebrote y crecimiento de rebrote)

$\mathcal{E} \beta_j = \mathbf{0}$ (al menos uno de los dos tipos de siembra ejerce un efecto significativo en las variables sobrevivencia, altura, diametro, numero de rebrote y crecimiento de rebrote)

$\mathcal{E} (\alpha\beta)_{ij} = \mathbf{0}$ Existe efecto de interaccion significativa (especies forestales * tipos de siembra para las variables sobrevivencia, altura, diametro, numero de rebrote y crecimiento de rebrote)

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Estado del arte

3.3.1. Sistemas de producción en bolsas plásticas y raíz desnuda

- **Producción de plántulas en bolsas**

El sistema de producción de plantas en Nicaragua, tradicionalmente se utilizan bolsas de polietileno color negro en la etapa de vivero, existen longitudes para diferentes especies la cual permite mantener la humedad que la planta necesita para su desarrollo. Estas se realizan sin utilizar ningún tipo de fertilizante. (Calero, 1987).

La mayor parte de la producción de plantas forestales se realiza a través de la técnica de propagación de las bolsas plásticas ya que esta técnica es la que garantiza un alto porcentaje de sobrevivencia al resistir las plántulas un tiempo mínimo de 15 días. El sistema que se utilice efectuará directamente el costo y la calidad de la planta que se produzca. Además, de las especies y la disponibilidad de semillas. (Calero, 1987).

a) **Ventajas de la producción de plántulas en bolsas**

- ✓ El crecimiento de las plantas puede ser más rápido al tener las raíces más espacio para su desarrollo.
- ✓ Menor costo.
- ✓ El trasplante se puede realizar con comodidad debido al diámetro de las bolsas.
- ✓ Son apropiadas en viveros temporales cuya producción es pequeña.

- **Producción a raíz desnuda**

Las plantas a raíz desnuda son plantas que se extraen o han sido extraídas del suelo. En viveros se sacan las plantas de los canteros en tierra. Las plantas comunes a raíz desnuda incluyen árboles ornamentales y de sombra, árboles frutales, arbustos y forestales.

b) Ventajas de la producción de plantas a raíz desnuda

- ✓ Son más económicas que las que están en maceta.
- ✓ Encontrará una gran selección.
- ✓ Porque han crecido en el suelo, estas plantas nunca han tenido raíces anudadas.

3.3.2. Propagación vegetativa (por estacas)

La estaca es un método de propagación asexual que tiene como característica la reproducción de individuos iguales genótipicamente al progenitor. Se define como cualquier porción vegetativa que, separada de la planta madre, es capaz de formar una nueva planta. (Sisaro, 2016). La capacidad de enraizar de las estacas varía según la especie que se trate. Incluso, la facilidad y velocidad de producir raíces adventicias varía entre cultivares o variedades dentro de una misma especie.

• Condiciones de las plantas madre

- a) **Estado sanitario:** Las estacas deben cosecharse de plantas vigorosas, sin enfermedades tanto de origen fúngico como viral o bacteriano. También las plantas madres tienen que estar libre de plagas, no deben presentar ningún tipo de síntomas de ataques de insectos. (Sisaro, 2016).
- b) **Aspecto nutricional:** Es importante que no presenten síntomas de deficiencia de nutrientes (clorosis), pero no son necesarios planes de fertilización especiales. Tanto el exceso como la falta de fertilización son perjudiciales para el enraizamiento de las estacas. (Sisaro, 2016).
- c) **Aspecto hídrico:** Al momento de la cosecha de las estacas, las plantas no deben manifestar síntomas de deficiencia de agua. (Sisaro, 2016).
- d) **Aspecto fisiológico:** Para la mayoría de las especies, es importante que las plantas no se encuentren en estado reproductivo. La presencia de yemas florales y/o flores puede perjudicar el enraizamiento de las estacas. (Sisaro, 2016).

3.3.3 Tipo de estacas

De acuerdo a la época del año y la especie que se trate, varían los tipos de estacas posibles de realizar y la eficiencia de enraizamiento. Las mismas pueden ser:

- ✓ Herbáceas, en especies herbáceas durante todo el año.
- ✓ De madera suave o herbácea, a partir de brotes nuevos de primavera en arbustos y especies leñosas.
- ✓ De madera semileñosa, en arbustos y especies leñosas durante el verano a partir de tallos del crecimiento de la temporada.
- ✓ De madera dura o leñosa, en arbustos y especies leñosas en otoño o invierno a partir de tallos leñosos del crecimiento de la temporada anterior. (Sisaro, 2016).

3.3.4. Homogeneidad del material a propagar

Es importante que los lotes de estacas a enraizar sean homogéneos para obtener mayor eficiencia en la obtención de estacas enraizadas y sea mayor la calidad final de las plantas. Las estacas deben ser de una misma especie y variedad, provenir de plantas madres cultivadas en las mismas condiciones ambientales y que se encuentren en estados fisiológicos similares (vegetativo/reproductivo, edad fisiológica). No se deben mezclar estacas cosechadas en diferentes posiciones dentro de una rama. (Sisaro, 2016).

3.3.5. Sustratos

Todo material sólido distinto del suelo, natural de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando por lo tanto un papel de soporte para la planta interviniendo en el proceso de nutrición.

Los sustratos son medios de crecimientos y factores decisivos para el desarrollo de las plantas en el vivero. Las propiedades del sustrato condicionan sus posibles usos, el manejo y las prácticas de cultivo que se deben aplicar, para proporcionar a la planta las condiciones adecuadas para su desarrollo. (Ansorena, 1994).

- **Preparación del sustrato.**

Esta actividad debe iniciarse un mes antes de la siembra. Para obtener buenos resultados se necesita que el sustrato mantenga constante su volumen, seco o mojado, pues resulta inconveniente que se contraiga demasiado al secarse.

Debe retener la suficiente humedad para no tener que regarlo con demasiada frecuencia y ser lo suficientemente poroso para que escurra el agua excesiva, permitiendo una aireación adecuada. Asimismo, debe estar libre de semillas de malezas, nematodos y diversos patógenos que puedan afectar el proceso de germinación. (Ansorena, 1994).

- **Principales componentes de un sustrato ideal**

- a) Dos partes de tierra negra, evitando suelos muy arcillosos por ser compactos.
- b) Arena de río.
- c) Estiércol descompuesto o humus, para mejorar la retención del agua y el aporte de nutrimentos.

3.3.6. Especies forestales bajo estudio

Un árbol es una planta, de tallo leñoso, que se ramifica a cierta altura del suelo. El término hace referencia habitualmente a aquellas plantas cuya altura supera un determinado límite en la madurez, diferente según las fuentes: dos metros, tres metros, cinco metros o los seis metros.

Además, producen ramas secundarias nuevas cada año, que parten de un único fuste o tronco, con clara dominancia apical, dando lugar a una nueva copa separada del suelo.

- **Caoba (*Swietenia macrophylla* King.).**

La *Swietenia macrophylla* es una especie botánica de árboles originaria de la zona intertropical americana perteneciente a la familia de las Meliaceae. Su nombre común Caoba del Atlántico. (Salazar, 1994).

- **Guapinol (*Hymenaea courbaril* L.)**

Las plantas en condiciones de vivero bajo un 50% de sombra, crecen rápidamente y alcanzan una altura de 55 cm en aproximadamente 78 días después de la germinación. Esta especie puede ser establecida utilizando también crecimientos terminales o sea de forma vegetativa, plantas a raíz descubiertas o producidas en bolsas de polietileno u otros tipos de contenedores para plantas de viveros. Esta especie tiene buena capacidad de rebrote cuando los árboles están jóvenes, cuando son árboles viejos pierden la capacidad de rebrote. (Herrera, 1996).

- **Nancitón (*Hyeronima alchorneoides* Allen)**

La *Hyeronima alchorneoides* es una especie botánica de árboles, perteneciente a la familia Euphorbiaceae, originaria del continente americano se encuentra desde Belice y Guatemala hasta Colombia y el norte de Perú y Brasil. En Nicaragua se localiza en el bosque húmedo tropical del litoral Caribe, en la región ecológica IV, sector Caribe; en las formaciones forestales zonales correspondientes a bosques medianos o altos perennifolios de zonas moderadamente cálidas y húmedas. (Salas, 1993).

- **Madero negro (*Gliricidia sepium*)**

El madero negro se distribuye desde México hasta Costa Rica. Es un árbol pequeño a mediano, de 2-15 m de altura (ocasionalmente hasta 20 m) y 5-30 cm de diámetro (DAP), a menudo con múltiples tallos.

En los viveros puede reproducirse fácilmente por pseudoestacas y estacones largos. Las plántulas en bolsas y establecidas a raíz desnuda deben alcanzar 30-40 cm antes de llevarlas al campo. Si son mucho más grandes deben cortarse a una altura de 10 cm antes de plantar. (INAFOR, 2002).

- **Leucaena (*Leucaena leucocephala*)**

Árbol comúnmente pequeño, raras veces grande, que alcanza alturas entre 5 y 20 m. Presenta diámetros entre 12 y 40 cm. a la altura del pecho. Corteza externa lisa a

ligeramente fisurada de color gris parduzco con abundantes lenticelas longitudinales suberizadas. Hojas compuestas, bipinadas alternas de 9 a 25 cm. de largo con cuatro a nueve pares de pinas hasta de 10 cm. de largo y con 11 - 17 pares de hojuelas de forma oblongo-lanceoladas y 2 ó 3 hasta 5 mm. de ancho y 7 - 12 mm. de longitud. Inflorescencia en cabezuelas blancas y redondeadas con 100 - 180 florecillas suavemente perfumadas.

La propagación en vivero se puede realizar por medio de semillas (sexual) y vegetativamente por medio de estacas (asexual). Se pueden sembrar en bolsas de polietileno o directamente en el suelo a raíz desnuda. El tiempo de germinación varía entre cuatro y 18 días. Cuando las plantas y estacas alcanzan un tamaño de 30 a 50 cm. de altura en 12 a 15 semanas, estarán listas para ser llevadas al campo. (Duarte, 2005).

3.2. Teorías y conceptos asumidos

- **Vivero**

Un vivero es un sitio de reproducción temporal de plantas, donde nacen y se crían provenientes de material vegetativo seleccionado de acuerdo a la calidad y el vigor para asegurar su establecimiento en las futuras plantaciones, estos pueden ser: ornamentales, forestales, frutales, de embellecimiento, combinados hidropónicos y otros y pueden funcionar no sólo como fuente productora de plantas, sino también como sitios de investigación donde se experimente con las especies nativas de interés. (INECC, 2007).

a) Importancia de los viveros

- ✓ Se asegura la calidad y cantidad de efectividad de individuos sanos y fuertes.
- ✓ Se mantiene una fortaleza genética orientada a la eficacia y rendimiento.
- ✓ Se prolonga la producción en algunos rubros durante todas las estaciones.
- ✓ Están protegidos en las etapas iniciales de crecimiento de las plantas de plagas y enfermedades.
- ✓ Reduce el porcentaje de pérdidas de individuos ya que es más controlable en un vivero, donde las condiciones ambientales son ajustadas a los estándares necesarios. (Iñuela, 2013)

- **Criterios para el establecimiento de los viveros**

Se reconoce que la mala elección del sitio donde se establece el vivero repercute en una baja calidad de la producción de plántulas, lo cual finalmente se reflejará en una alta mortalidad en la plantación. Por ello, es fundamental la selección del sitio donde se establecerá el vivero. Aunque las condiciones del sitio son más determinantes cuando la producción se obtiene a raíz desnuda (por camas de crecimiento), también es importante considerar varios de los factores que a continuación se mencionan, cuando la propagación se hace por medio de envases (bolsas o tubos de polietileno).

- b) Aspectos técnicos que se deben considerar.**

- ✓ Ubicación
- ✓ Forma del terreno
- ✓ Topografía
- ✓ Textura del suelo.
- ✓ Drenaje.
- ✓ Abastecimiento de agua y calidad de agua de riego.
- ✓ Clima.
- ✓ Tipo de suelo
- ✓ Mano de obra. (Iñuela, 2013)

- **Crecimiento vegetativo**

Es el conjunto de procesos de crecimiento y diferenciación mediante los cuales, a partir de una semilla sexual o vegetativa, se obtiene una planta completa con capacidad para producir otras semillas y vinculada a vegetar (nutrirse, crecer y desarrollarse).

- **Sobrevivencia**

Estimación de números de plantas vivas expresadas en porcentaje en un determinado tiempo y en las plantaciones artificiales la sobrevivencia se determina por lo general en el primer año de su establecimiento a fin de cuantificar la tasa de la misma cuando ha estado expuesta a daños por factores bióticos y abióticos.

La tasa de sobrevivencia para una especie en particular determina el éxito de su establecimiento como plantación en un sitio exótico o de condiciones edafoclimáticas extremos contribuyendo esto directamente a la conservación y recuperación de la productividad de los suelos en las áreas deforestadas localizadas en las zonas cecas o húmedas. (Días, 2005).

- **Rebrotos**

Los rebrotos son tallos nuevos que brota de un árbol, de una planta o de una estaca. Son los renuevos o vástagos que, hecha el árbol, una planta o tallos después de podado o cortado (Larousse, Diccionario Enciclopédico ilustrado, 2005).

Un sistema de manejo de rebrotos, es un buen método en los trópicos secos porque es muy fácil y la mayoría de las especies son capaces de rebrotar. Los rebrotos se regeneran por vía vegetativa. (Pérez, 2004).

- **Crecimiento de rebrotos**

Se llama **brote** o rebrote a los nuevos crecimientos de las **plantas**, que pueden incluir tallos, yemas y hojas. El **brote** de germinación de la semilla que crece hacia arriba es un **brote** que desarrollará hojas.

- **Diseños experimentales**

El diseño experimental es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. En un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. (Pedroza, 1993).

- a) **Diseño de Bloques Completamente al Azar (BCA)**

El diseño de bloques completamente al zar, es uno de los diseños más utilizados en experimentaciones ya que es caracterizado por bloques de igual tamaño, cada uno de los cuales contiene un grupo de todos los tratamientos en estudio, así mismo cada uno de los

bloques se dividen en tantas parcelas de un mismo tamaño y formas como existen en estudio.

El propósito primario del bloqueo, es reducir tanto sea posible la heterogeneidad entre parcelas dentro de cada bloque, además minimizar la variabilidad aleatoria entre unidades experimentales dentro de un mismo bloque y maximizar las diferencias entre bloque lo que permite reducir el error experimental.

El diseño de bloques completamente al azar permite obtener resultados más precisos debido a la remoción de variabilidad entre repeticiones, si alguno de los tratamientos en estudio se pierde, el análisis sigue siendo sencillo, puede usarse cualquier tipo de tratamiento y repeticiones.

b) Experimentos factoriales

El experimento factorial es aquel en el cual los tratamientos son constituidos por la combinación de todos los niveles de un factor con todos los niveles de cada uno de los otros factores estudiados en el experimento.

Los experimentos factoriales en si no son un diseño experimental, sino un arreglo de tratamientos que se distribuyen en cualquiera de los diseños comunes como el DCA, BCA y el DCL. La importancia de la experimentación factorial es el aumentar el alcance de las conclusiones acerca de los factores en estudio.

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Área de localización del estudio

La presente investigación se realizó en la finca experimental de la Universidad BICU, Núcleo Bilwi; ubicada a 1.8 km al sur de la empresa Nafcosa S.A. y a 8 km distante del sector urbano de la Ciudad de Bilwi, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, el estudio se estableció bajo ambiente controla en un área de 155 m².

4.2. Tipo de estudio según el enfoque, amplitud o periodo

Esta investigación es de enfoque cuantitativo, debido a que se midió el grado de sobrevivencia, el crecimiento y desarrollo dasométrico de las estacas a partir de las variables de altura (cm) y diámetro (cm), se contabilizó el número de rebrotes por estacas bajo los siguientes criterios; de 10 a más rebrotes (excelente), de 5 a 9.99 rebrotes (bueno), de 3 a 4.99 rebrotes (aceptable) y menos de 2.99 rebrotes por estacas (categoría de malo); así mismo se determinó el crecimiento de rebrotes por estacas bajo los siguientes criterios; de más a 100 cm (excelente), de 50 a 99.9 cm (bueno), de 10 a 49.9 cm (aceptable) y menos de 9.9cm (categoría de malo), criterios y/o parámetros establecidos por (Centeno, 1991).

Por su finalidad fue de carácter experimental, según su alcance fue de corte longitudinal y por su nivel de profundidad y objetivo fue de carácter exploratorio.

4.3. Población y muestra

Tabla 1. Area del experimento, población y muestra, nivel de confiabilidad y porcentaje de representatividad de la muestra respecto a la población.

Área Experimental	Población	Muestra	Representatividad	Nivel de confianza
155 m ²	1,755 estacas	315 estacas	18%	95%

La tabla 1. Demuestra que la investigación se llevó a cabo en un área experimental de 155 m², el número total de estacas en toda el área experimental fue de 1,755 estacas, de los cuales se utilizaron como muestra a 315 estacas para un 18% de representatividad; con un nivel de confianza del 95 por ciento.

4.3.1. Tipo de muestra y muestreo

Para determinar la muestra se utilizó el muestreo probabilístico (muestreo aleatorio simple) debido a que todos los individuos de la población tomarán una misma probabilidad de formar parte de la muestra que se investigará.

Para el cálculo del número de estacas a considerar como muestra se hizo a través de la formula estadística para poblaciones finitas, con un nivel de confianza del 95%. (Gildaberto. B.1992)

Formula

$$n = \frac{Z^2 \cdot P \cdot Q \cdot N}{N - 1) E^2 + Z^2 \cdot P \cdot Q}$$

Z: Valor critico correspondiente a un determinado grado de confianza

P: Proporción poblacional de la ocurrencia de algo

Q: Proporción poblacional de la no ocurrencia de algo

N: Tamaño de la población

E: Error muestral máximo permisible

Se hizo uso de la formula estadística para poblaciones finitas porque antes de llevar a cabo una investigación por muestreo, el investigador debe de conocer el tamaño adecuando de la muestra con el cual hará la investigación por los siguientes criterios:

- Se evita costos elevados
- Si se trabaja con muestras grandes, no aportaran exactitud en los resultados
- Si se trabaja con muestras demasiadas pequeñas, se puede llegar a resultados no válidos.

4.3.2. Técnica e instrumento de la investigación.

- ✓ **Guías de encuestas:** Se utilizó para la recolección de toda la información proveniente de las guías de preguntas abierta y cerradas
- ✓ **Guía de observación:** Se utilizó para observar de manera insitus las variables racionadas a los aspectos socioeconómicos y sistemas productivos.
- ✓ **Revisión de registros existentes:** Se utilizó para consultar informaciones y profundizarse en el tema
- ✓ **Cinta métrica:** Se utilizó para la medición del área de experimentación, para el diseño y las áreas de manejo.
- ✓ **Madera:** Se utilizó para la elaboración de cajones y rótulos de cada uno de los tratamientos bajo estudio.
- ✓ **Lienzas:** Se utilizó para delimitar el área general y de las subparcelas.
- ✓ **Azadones:** Se utilizó para la nivelación del suelo y limpieza del área.
- ✓ **Machetes:** Se utilizó para la chapoda de la vegetación existente.
- ✓ **Rastrillos:** Se utilizó para la limpieza general del área.
- ✓ **Carretillas:** Se utilizó para el traslado de sustrato hacia el área de experimentación.

4.4. Diseño Experimental

Se estableció el experimento en un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA) Bifactorial, donde el **factor A:** correspondido a las especies de árboles forestales y el **factor B:** correspondió a los tipos de siembra.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, porque las unidades experimentales se distribuyeron dentro de un bloque o grupo relativamente homogéneas, cada bloque y tratamientos fueron asignado de manera aleatoria, permitiendo a sí obtener resultados más precisos, flexibilidad completa por si alguno de los tratamientos se perdiesen el análisis sigue siendo sencillo.

Se utilizó el Bifactorial en arreglo combinatorio propiamente dicho, con el objeto de aumentar el alcance de las conclusiones acerca de los factores en estudio y para evidenciar que cuando está en estudio más de un factor, el arreglo factorial de los tratamientos resulta el más informativo y el método más eficaz de experimentación por su ampliación en el rango de validez de las conclusiones. (Pedroza, 1993).

Cuadro No.2. Factores en estudio y sus respectivos niveles y combinación de tratamientos

Factores	Niveles	Combinación de los tratamientos
Factor A: Especies forestales	a ₁ = Caoba a ₂ = Guapinol a ₃ = Nanciton a ₄ = Madero negro a ₅ = Leucaena	T ₁ = a ₁ b ₁ (Caoba en bolsas) T ₂ = a ₁ b ₂ (Caoba a raíz desnuda) T ₃ = a ₂ b ₁ (Guapinol en bolsas) T ₄ = a ₂ b ₂ (Guapinol a raíz desnuda) T ₅ = a ₃ b ₁ (Nanciton en bolsas)
Factor B: Tipos de siembra	b ₁ = Bolsa de polietileno b ₂ = A raíz desnuda	T ₆ = a ₃ b ₂ (Nanciton a raíz desnuda) T ₇ = a ₄ b ₁ (Madero negro en bolsas) T ₈ = a ₄ b ₂ (Madero negro a raíz desnuda) T ₉ = a ₅ b ₁ (Leucaena en bolsas) T ₁₀ = a ₅ b ₂ (Leucaena a raíz desnuda)

- **Establecimiento del diseño**

Se establecieron 30 sub parcelas, distribuidos en tres bloques, con tres repeticiones una en cada bloque. Esta investigación tuvo una duración de 6 meses.

- **Dimensiones del área**

El diseño del experimento conto con 3 bloques y 30 sub parcelas distribuidas aleatoriamente, se ubicaron estacas de 20 cm de largo y de 2cm de grosor de manera directa en bolsas de polietileno (1 estaca por bolsas) y en bancos de tierra con distancia de siembra de 10 cm (raíz desnuda).

- **Tamaño de las sub parcelas**

- ✓ 1m x 1m (1 m²) para todos los tratamientos.
- ✓ Para los tratamientos a₁b₁, a₂b₁, a₃b₁, a₄b₁ y a₅b₁ (caoba, guapinol, nanciton, madero negro y leucaena) se sembraron estacas de 20 cm de largo por 2cm de grosor directamente en bolsas de polietileno de 6 x 8 pulgadas. a razón de 540 estacada en total.
- ✓ Para los tratamientos a₁b₂, a₂b₂, a₃b₂ a₄b₂ y a₅b₂ (caoba, guapinol, nanciton, madero negro y leucaena), se sembraron estacas de 20cm de largo y 2cm de grosor directamente en bancos de tierra a una distancia de 10 cm entre estacas, a razón de 1,215 estacas en total.

Con esas dimensiones para los tratamientos a₁b₁, a₂b₁, a₃b₁, a₄b₁ y a₅b₁ se sembraron 540 estacas en bolsas de polietileno y 1,215 estacas en los bancos de tierra a raíz desnuda para los tratamientos a₁b₂, a₂b₂, a₃b₂ a₄b₂ y a₅b₂; para un total de 1,755 estacas en toda el área experimental, bajo ambiente controlada dentro del vivero agroforestal de Bicu/Fagroforth.

El Tamaño de la muestra representativa fue del 18%, respecto a la población, se muestrearon 7 bolsas de polietileno con estacas por sub parcelas y 15 estacas sembradas a raíz desnuda dentro de un banco de tierra de 1 m², para un total de 325 estacas.

- **Análisis estadístico**

Con los resultados obtenidos se realizaron los análisis de varianza (ANDEVAS) de cada variable y técnicas de separación de medias (Pruebas de Rangos Múltiples de (NSK) para cada factor y la interacción de ambas, con un nivel de confianza del 95%, además se utilizaron las categorías para la evaluación de la sobrevivencia de las estacas, según las especies, crecimiento en altura y desarrollo del diámetro, número de rebrote y crecimiento de rebrote adaptado por Centeno en el año 1993.

- **Modelo aditivo lineal (MAL), para los factores distribuidos en un (BCA)**

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \rho_k + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = K – esima observación del i – esimo tratamiento

μ = Es la media poblacional

α_i = Efecto del i - esimo nivel del factor A (Especies forestales)

β_j = Efecto del j – esimo nivel del factor B (Tipo de siembra)

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de interacción entre los factores (Especies forestales * tipo de siembra)

ρ_k = Efecto del k – esimo bloque

τ_i = Efecto de i – esimo tratamiento

ε_{ijk} = Efecto aleatorio de variación

Se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls), para determinar valores críticos de acuerdo al número de medias de tratamiento involucrados en la comparación y el Modelo Aditivo Lineal (MAL), para la constitución de observaciones como media general más un elemento aleatorio de variación.

4.4.1. Técnica de Recolección de Datos

Se realizó a través del muestreo probabilístico (muestreo aleatorio simple); donde cada individuo(estacas) se eligieron de manera aleatoria con la misma probabilidad de ser evaluado durante toda la etapa del experimento. Para la recopilación de datos, se utilizó el método empírico, haciendo uso de formatos o guías de campo y de observación, se utilizaron como instrumentos cintas métricas y diamétrica.

4.4.2. Confiabilidad y validez de los instrumentos

La investigación llevada a cabo en la finca experimental de la universidad BICU, Núcleo Bilwi, fue de mucha importancia tanto para el investigador como para los colaboradores y para la institución como material de consulta, ya que, a través de ello, se pudieron determinar, el grado de sobrevivencia, el crecimiento dasométrico en altura y diámetro y sobre todo el número y crecimiento de rebrotes de cada una de las cinco especies forestales producidas por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda.

Los instrumentos de recopilación de información de campo utilizados: guía de encuestas, guía de observación y revisión de registros existentes, nos permitió extraer, comprobar e indagar de manera insitus las informaciones necesarias y darle salida a los objetivos propuestos y por ende dar las recomendaciones necesarias sobre la reproducción vegetativa por medio de estacas en ambientes controlados (vivero) con fines de reforestación; por otro lado los instrumentos utilizados tuvieron un rigor elevado, alta credibilidad, coherencia y contribución significativa, además una alta veracidad en los hallazgos.

4.5. Operacionalización de la variable

VARIABLES	Instrumento de medición	Unidades	Frecuencia de monitoreo
Objetivo específico 1: Determinar el grado de sobrevivencia de cada una de las cinco especies forestales producidas por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda.			
Sobrevivencia	Formatos de campo	Porcentajes	longitudinal
Objetivo específico 2: Conocer el crecimiento dasométrico en altura y diámetro de cinco especies forestales producidas por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda.			
Crecimiento dasométrico (altura y diámetro)	Cinta métrica	cm	Longitudinal Cada 10 días
Objetivo específico 3: Determinar el número de rebrotes y crecimiento de rebrotes de cada una de las cinco especies forestales producidas por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda.			
Número y crecimiento de rebrotes	Regla	cm	Longitudinal Cada 10 días

4.6. Análisis de datos

En las investigaciones utilizaron métodos y técnicas para el procesamiento y análisis de la información

- **Métodos empíricos:** Se utilizó para hacer una descripción y recopilación de la información de campo, haciendo uso de guía de encuesta, guía de observación y revisión documental
- **Métodos teóricos:** En este acápite se utilizó la técnica teórica como el análisis y la deducción
 - ✓ **Análisis:** Se utilizó para tener una visión clara y coherente de los elementos en estudio. Una vez obtenida la información de campo, se sistematizó y se analizó detalladamente.
 - ✓ **Deducción:** Se utilizó este método durante todo el proceso de la investigación para elaborar conclusiones y recomendaciones, válidos, confiables y consistentes.

Análisis de la información: Una vez obtenidos los datos de campo, procedentes de las guías de encuestas y de observación, se procesaron sistemáticamente y se analizaron minuciosamente, con el propósito de cumplir con los objetivos de la investigación, luego se elaboraron conclusiones y recomendaciones sobre la base de la información obtenida.

Para el procesamiento de los datos de campo de las variables bajo estudio, se hizo a través de parámetros de la estadística descriptiva e inferencial además del programa Microsoft Word y Excel.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Grado de sobrevivencia de cinco especies forestales producidas por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda.

- **Grado de sobrevivencia**

La sobrevivencia tiene gran importancia porque con ella podemos estimar el número de plantas o estacas vivas en un tiempo determinado, además, la tasa de sobrevivencia de una especie en particular determina el éxito de su establecimiento como plantación en un sitio exótico o edafoclimáticos externos, de manera tal que contribuye a la conservación y recuperación de suelos en área deforestadas.

Tabla 3. Comportamiento de estacas en sobrevivencia de cinco especies forestales en condiciones de vivero.

Tratamientos	Estacas (muestras)	Estacas en (sobrevivencia)	Porcentajes (Sobrevivencia)	Categoría (Centeno, 1993)	Categorías (SNK)
T ₁ = a ₁ b ₁ (Caoba en bolsas)	18	14	77.7%	Bueno	b
T ₂ = a ₁ b ₂ (Caoba a raíz desnuda)	45	28	62.2%	Bueno	b
T ₃ = a ₂ b ₁ (Guapinol en bolsas)	18	10	55.5%	Aceptable	c
T ₄ = a ₂ b ₂ (Guapinol a raíz desnuda)	45	15	33.3%	Malo	d
T ₅ = a ₃ b ₁ (Nanciton en bolsas)	18	9	50%	Aceptable	c
T ₆ = a ₃ b ₂ (Nanciton a raíz desnuda)	45	16	35.5%	Malo	d
T ₇ = a ₄ b ₁ (Madero negro en bolsas)	18	17	94.4%	Excelente	a
T ₈ = a ₄ b ₂ (Madero negro raíz desnuda)	45	34	75.5%	Bueno	b
T ₉ = a ₅ b ₁ (Leucaena en bolsas)	18	16	88.8%	Excelente	a
T ₁₀ = a ₅ b ₂ (Leucaena a raíz desnuda)	45	30	66.6%	Bueno	b

Fuente: Propia de la investigación

La tabla 3. Muestra diez tratamientos, el cual contempla cinco diferentes tipos de especies forestales y tipos de siembras, además la cantidad de estacas muestreadas, el número de estacas en sobrevivencia y su porcentaje, utilizadas en el experimento para determinar el grado de sobrevivencias en condiciones de vivero bajo un arreglo de tratamientos en un diseño de bloques completamente al azar.

Según los resultado obtenidos, se observa que los tratamientos **a4b1** (estacas de madero negro sembrado en bolsas de polietileno) y el tratamiento **asb1** (estacas de leucaena sembrado en bolsas de polietileno), obtuvieron los mejores resultados con el 94.4 y 88.8 % en sobrevivencia, por lo que (Centeno, 1993), los categoriza como **excelente** por estar en el rango de 80 a mas según el porcentaje en sobrevivencia; lo que indica que estas especies forestales tiene una mayor capacidad adaptativa vegetativamente por medio de estacas en bolsas de polietileno.

(Díaz, 2005), señala que el madero negro propagada vegetativamente por medio de estacas en promedio alcanza un 59.5 % de sobrevivencia a los cinco meses de ser establecido, en la investigación se obtuvo un 94.4% establecidas en bolsas de polietileno y un 88.8% establecida a raíz desnuda, para un promedio en los dos sistemas de siembra del 91.6 % de sobrevivencia, muy superior a lo expresado (Días, 2005) en su investigación, lo que indica que bajo buenas condiciones y ambientes controlados los porcentajes de sobrevivencias de las estacas oscila entre buena a excelente según (Centeno, 1993).

La reproducción asexual (por medio de estacas) de la leucaena, establecidas en bolsas de polietileno o a raíz desnuda en bancos de tierra, según, (Zarate, 1987) reporta que la propagación tiene una baja sobrevivencia, en nuestra investigación se bajó las mismas condiciones el porcentaje de sobrevivencia de la leucaena fue de 88.8% con categoría de excelente y 66.6% con categoría de bueno. Según (Centeno, 1993).

Por otro lado los tratamientos **a1b1** (estacas de caoba sembrado en bolsas de polietileno), el tratamiento **a1b2** (estacas de caoba sembrado a raíz desnuda), el tratamiento **a4b2** (estacas de madero negro sembrado a raíz desnuda) y el tratamiento **asb2** (estacas de leucaena sembrado a raíz desnuda), obtuvieron los segundo mejores resultados con 77.7,

62.2, 75.5 y 66.6 por ciento, por lo que (Centeno,1993), lo categoriza como **bueno**, por estar en el rango de 60 – 79 de acuerdo al porcentaje en sobrevivencia.

Los tratamientos **a₂b₁** (estacas de guapinol sembrado en bolsas de polietileno), el tratamiento **a₃b₁** (estacas de nación sembrado en bolsas de polietileno), obtuvieron según (Centeno, 1993) una categoría de **aceptable** por estar en el rango de 40 – 59 según el porcentaje en sobrevivencia; por último los tratamientos **a₂b₂** (estacas de guapinol sembrado a raíz desnuda) y el tratamiento **a₃b₂** (estacas de nanciton sembrado a raíz desnuda) obtuvieron los más bajos resultados con 33.3 y 35.5 por ciento, por lo que (Centeno,1993), los categoriza como **malo** por estar en un rango menor al 40% en sobrevivencia.

(Sequeira, 2004), señala en su tesis de investigación, que las especies forestales establecidos por medio de estacas con fines de reforestación, en promedio se obtiene un porcentaje de sobrevivencia del 51.7 por ciento. En nuestra investigación se obtuvo un 60% de sobrevivencia superior a lo señala por (Sequeira, 2004), lo que demuestra que bajo condiciones ambientes controlados y con el sustrato adecuado los porcentajes de sobrevivencia tienden a aumentar gradualmente.

Según (Rojas, 2014). Expresa que la disminución de la sobrevivencia se debe principalmente a la incidencia de plagas (comején) y a factores climáticos (período seco) a los cuales fueron expuestos los individuos, de manera tal que corroboramos por lo se expresa en la cita, ya que en nuestra investigación encontramos incidencias de comején sobre todo en la siembra a raíz desnuda y a factores climáticos, (baja y alta precipitación), en la zona. Esta afectación se dio principalmente en las especies de guapinol y nanciton sembrada a raíz desnuda, obteniendo un porcentaje en sobrevivencia de estas estacas por debajo del rango recomendado por (Centeno, 1993), menos del 40%.

Cuadro No. 4. Análisis de varianza para estacas en grado de sobrevivencia en bolsas de polietileno y a raíz desnuda

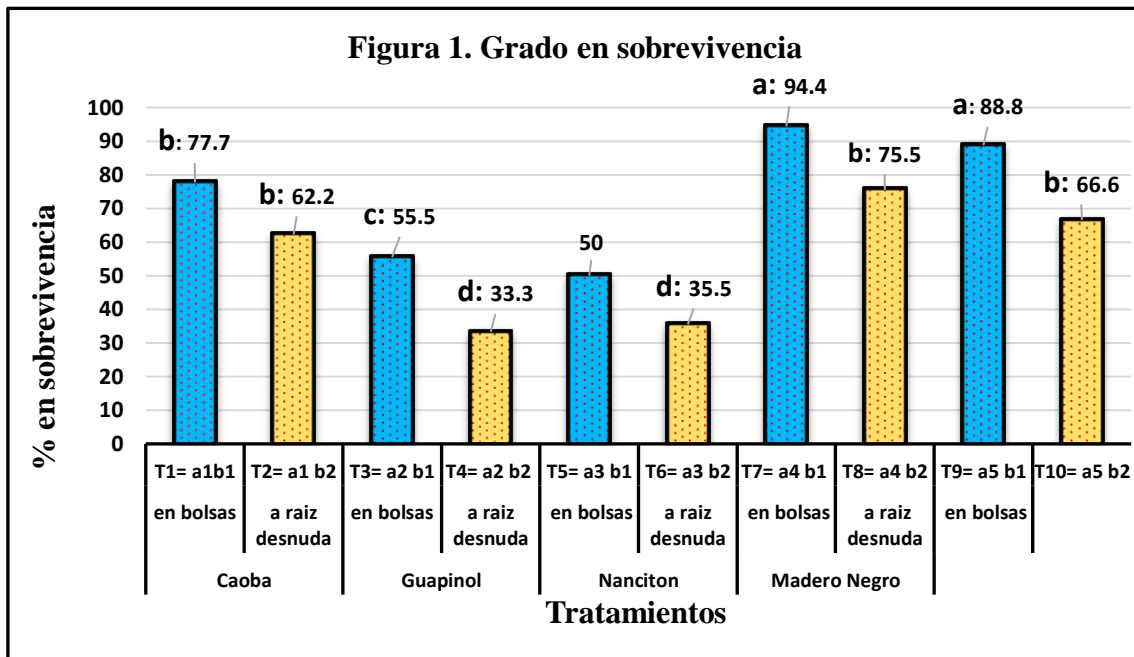
Fuente de variación	SC	GL	CM	FC	F5%
Bloques	3.246	2	1.623	1.84 ns	2.97
Esp. Forestales	5,403.9	4	1,350.9	1,535.1 **	4.00
Tipo de siembra	2,611.5	1	2,611.5	2,967.6 **	2.97
Esp. y siembra	3,660.9	4	915.23	1,040.0 **	4.00
Error	15.80	18	0.88		
Total	11,695.3	29	403.29	CV (%) = 11.77	

ns = no significativo ** = altamente Significativo CV: Coeficiente de variación

El cuadro No.4. Muestra que El ANDEVA realizado con un (95% de confianza), que existen diferencias altamente significativas, para la variable grado de sobrevivencia de las estacas obtenido por efecto de las especies forestales, tipos de siembra y por la interacción de ambas (especies forestales x tipo de siembra) utilizado.

Este resultado indica que los factores bajo estudio son dependientes entre sí; de modo que se debe considerarse el efecto de ambos factores de manera conjunta para lograr efectos muy significativos en sobrevivencia de las estacas según las especies forestales y tipo de siembra utilizada, sin descartar el tipo de sustrato utilizado en la investigación (tierra negra + aserrín tamizado)

El coeficiente de variación para esta variable fue calculado en 11.7%, lo que indica que existe poca variabilidad de la desviación estándar con respecto a las medias, es decir se encontraron categorías en sobrevivencia de las estacas muy similares entre los tratamientos; por tanto, se confirma que existe poca divergencia de los tratamientos depuestos en el experimento.



a, b, c y d: Categorías estadísticas según medida de separación por SNK

Figura 1. Grado en sobrevivencia

La figura 1. Muestra el porcentaje del grado de sobrevivencia de cinco especies forestales bajo dos sistemas de siembra. El madero negro y leucaena establecida en bolsas de polietileno fue la que obtuvieron los mayores grados de sobrevivencia con el 94.4 y 88.8 por ciento, con categorías de excelente según (Centeno, 1993), por estar en un rango de sobrevivencia de 80 por ciento a más. Por otro lado, la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls) aplicado a ambos tratamientos les otorga una categoría estadística de “a”.

Las especies de Guapinol y Nanciton, establecidas a raíz desnuda fueron los que obtuvieron los porcentajes más bajo de sobrevivencia con 33.3 y 35.5 por ciento con categorías de malo según (Centeno, 1993), por estar en un rango de sobrevivencia de menos de 40% de sobrevivencia, con categoría estadística de “d”, según la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls) aplicado a ambos tratamientos.

La prueba de SNK aplicado al factor (A), permite agrupar las especies forestales en cuatro grupos estadísticos. En primero lugar las especies de madero negro y leucaena, en segundo lugar, la especie de caoba y en tercer lugar el guapinol y el nanciton. Del mismo modo la prueba de SNK aplicado al factor (B), permite agrupar los tipos de siembra en

dos grupos estadísticos. En primer lugar, la siembra en bolsas de polietileno y en segundo lugar la siembra a raíz desnuda bajo condiciones de vivero.

Finalmente la prueba de SNK aplicado para la interacción (tipos de especies forestales * tipo de siembra utilizada), permite separar a los tratamientos factoriales en cuatro grupos diferentes, en primer lugar las combinaciones a_4b_1 (madero negro en bolsas de polietileno) y a_5b_1 (leucaena en bolsas de polietileno), en segundo lugar las combinaciones a_1b_1 (caoba en bolsas de polietileno), a_4b_2 (madero negro a raíz desnuda), a_5b_2 (leucaena a raíz desnuda) y a_1b_2 (caoba a raíz desnuda), en tercer lugar las combinaciones a_2b_1 (guapinol en bolsas de polietileno) y a_3b_1 (nanciton en bolsas de polietileno) y en cuarto lugar las combinaciones a_3b_2 (nanciton a raíz desnuda) y a_2b_2 (guapinol a raíz desnuda).

5.2. Crecimiento dasométrico en alturas y diámetros

La longitud y diámetro de las estacas a utilizar es variable y depende de la especie que se desea producir.

Lo más relevante del tamaño de las estacas, es que lo determine el patrón de las longitudes del entrenudo, la cual está estrechamente correlacionada con el porcentaje de estacas enraizadas; las estacas de la parte apical son las más largas y tienen mejor enraizamiento; sin embargo, si todas las estacas se cortan a la misma longitud, las basales enraízan mejor (Leakey, 1985).

- **Crecimiento dasométrico en alturas**

Tabla 5. Análisis de varianza para crecimiento dasométrico en alturas

Fuente de variación	SC	GL	CM	FC	F5%
Bloques	1.49	2	0.75	0.80 ns	2.97
Esp. Forestales	67.52	4	16.88	18.15 **	4.00
Tipo de siembra	32.14	1	32.14	34.56 **	2.97
Esp. y siembra	8.23	4	2.06	2.22 ns	4.00
Error	16.73	18	0.93		
Total	117.97	29	4.07	CV (%) = 19.11	

ns = no significativo

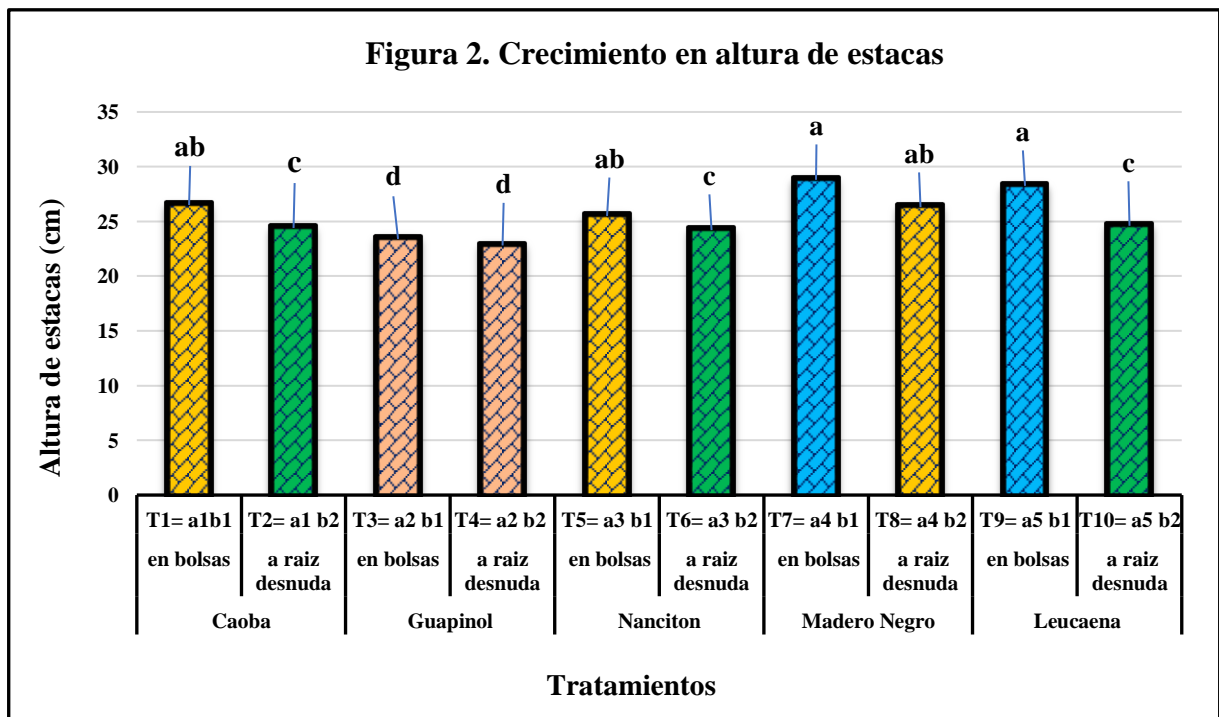
** = altamente Significativo

CV: Coeficiente de variación

La tabla 5. Muestra que El ANDEVA realizado con un (95% de confianza), que existen diferencias altamente significativas, para la variable altura de las estacas obtenidos por efecto del factor A: especies forestales estudiadas y por efecto del factor B: tipo de siembra lo que indica que los factores en estudio (A y B) tienen influencia en el crecimiento de las estacas, pero de manera separada o individual.

Por otro lado, no se encontró diferencia significativa según el ANDEVA con un 95% de confianza por efecto de la interacción A*B (especies forestales * tipo de siembra), estudiado, es decir los factores combinados no influyeron en la variable crecimiento de las estacas.

El coeficiente de variación obtenido para la variable altura de las estacas fue calculado en 19.11 %, lo que demuestra que existe variación de la desviación estándar de los datos con respecto a las medias, es decir se encontró datos muy similares entre los tratamientos bajo estudio; lo que demuestra que existe poca divergencia de los tratamientos depuestos en el experimento.



a, b, c y d: Categorías estadísticas según medida de separación por SNK

Figura 2. Crecimiento dasométrico en alturas

La figura 2. Muestra las alturas promedio obtenidos por tratamientos. Las mediciones se realizaron partir de los 20 cm hasta el ápice de la planta, durante cinco meses que duro el experimento; según los resultados, el madero negro y leucaena sembrado en bolsas de polietileno, obtuvieron el mayor crecimiento en alturas de las estacas con 28.8 y 28.25 cm, con un crecimiento mensual de 5.76 y 5.65 centímetros, con categorías estadísticas de “a”, según la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls) aplicado a ambos tratamientos.

Según (Duarte, 2005), señala que la leucaena tiende alcanzar una altura de estacas promedio de 64.8cm, en nuestra investigación esta especie establecidas en bolsas de polietileno alcanzo una altura de 28.25 cm

Según, (Duarte, 2005), señala que la leucaena en la fase de vivero; establecida mediante estacas alcanza una altura promedio de 108 cm a los cinco meses, en nuestra investigación se logró obtener un promedio tanto para la siembra en bolsas de polietileno como a raíz desnuda de 26.42 cm, un resultado muy por debajo por lo señalado por (Duarte, 2005), lo que indica que las condiciones ambientales y manejo inadecuado del vivero influyen directamente en el crecimiento de las estacas.

Las especies forestales establecidos por medio de estacas con fines de reforestación según (Sequeira, 2004), señala que se obtienen en cinco meses un incremento promedio en altura de 6.23 cm, un resultado mayor a lo obtenido en nuestra investigación ya que se obtuvo en promedio 5.16 cm entre el mejor tratamiento y el tratamiento que obtuvo la más baja altura, estos resultados obedecen a las condiciones medio ambientales y manejo que se les dan dentro del vivero,

La especie de Guapinol sembrada en bolsas de polietileno y a raíz desnuda fueron los que obtuvieron las alturas promedio más bajas con 23.4 y 22.8 cm, con categorías estadísticas de “d”, según la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

La prueba de SNK aplicado al factor (A), permite agrupar las especies forestales en cuatro grupos estadísticos. En primero lugar la especie madero negro (a₄), en segundo lugar, las especies leucaena (a₅) y caoba (a₅), en tercer lugar, el nanciton (a₃), y en cuarto lugar el guapinol (a₂). Del mismo modo, La prueba de SNK aplicado al factor (B), permite agrupar

los tipos de siembra en dos grupos estadísticos. En primer lugar, la siembra en bolsas de polietileno (b_1) y en segundo lugar la siembra a raíz desnuda (b_2).

Finalmente la prueba de SNK aplicado para la interacción (tipos de especies forestales * tipo de siembra utilizada), permite separar a los tratamientos factoriales en cuatro grupos diferentes, en primer lugar las combinaciones a_4b_1 (madero negro en bolsas de polietileno) y a_5b_1 (leucaena en bolsas de polietileno), en segundo lugar las combinaciones a_1b_1 (caoba en bolsas de polietileno), a_4b_2 (madero negro a raíz desnuda), a_3b_1 (nanciton en bolsas de polietileno), en tercer lugar las combinaciones a_5b_2 (leucaena a raíz desnuda), guapinol en bolsas de polietileno) y a_3b_2 (nanciton a raíz desnuda) y a_3b_2 (nanciton en bolsas de polietileno) y en cuarto lugar a_2b_2 (guapinol a raíz desnuda).

Según (INFAFOR, 2002), expresa que la especie del madero negro en condiciones de vivero, establecidas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda, a los cinco meses alcanza una altura promedio de 25 cm; al comparar este resultado versus lo obtenido en nuestra investigación es relativamente inferior ya que se logró obtener un crecimiento promedio en altura de las estacas de 27.55 cm, lo cual es significativo.

Según (Duarte, 2005), en su tesis de investigación, expresa que la leucaena propagada por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda tiende alcanzar una altura promedio de 28.57 cm a los cinco meses de haber sido establecido en condiciones de vivero, en nuestra investigación se obtuvo un crecimiento promedio de 26.4cm, una altura relativamente inferior a lo obtenido por (Duarte, 2005) en su investigación. Uno de los factores que incidió en el bajo crecimiento de esta especie fue por la inestabilidad de los factores edafoclimáticos en la zona.

- **Crecimiento dasométrico en diámetros**

Table 6. Análisis de varianza para crecimiento dasométrico en diámetro en bolsas de polietileno y a raíz desnuda

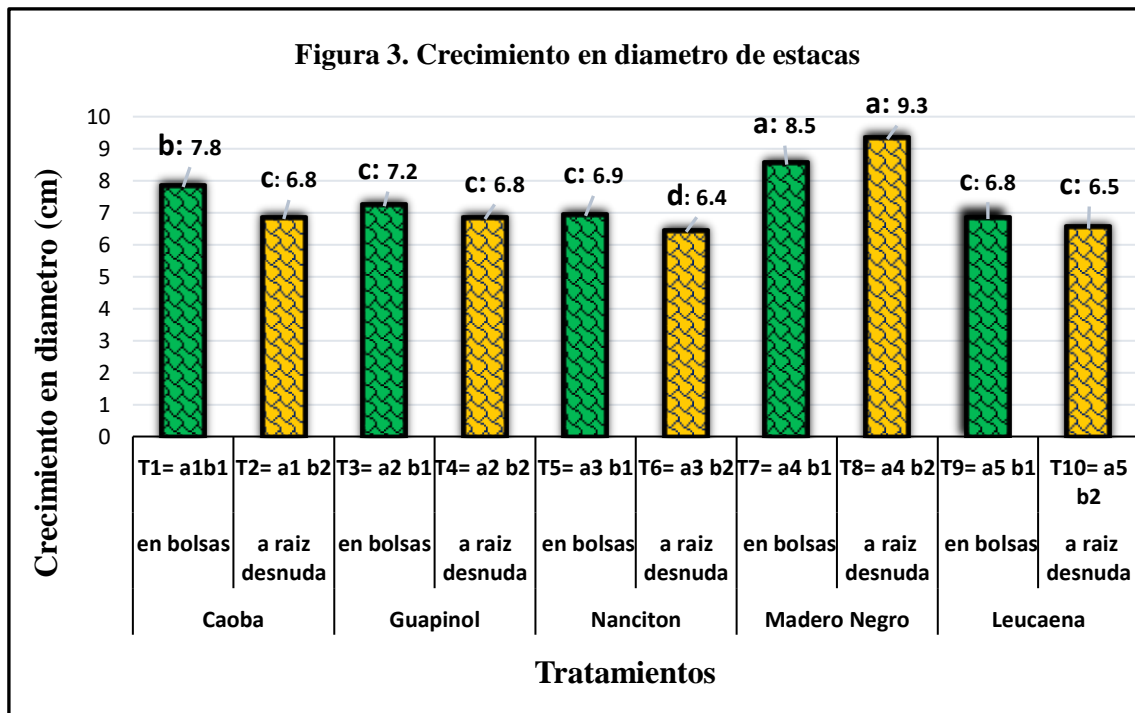
Fuente de variación	SC	GL	CM	FC	F5%
Bloques	0.168	2	0.084	1.04 ns	2.97
Esp. Forestales	21.04	4	5.26	64.9 **	4.00
Tipo de siembra	0.588	1	0.588	7.26 *	2.97
Esp. y siembra	2.55	4	0.64	7.90 *	4.00
Error	1.45	18	0.081		
Total	25.8	29	0.89	CV (%) = 10.49	

ns = no significativo ** = altamente Significativo CV: Coeficiente de variación

La tabla 6. Muestra que El ANDEVA realizado con un (95% de confianza), que existen diferencias altamente significativas, para la variable diámetros de las estacas obtenidos por efecto del factor A: especies forestales estudiadas.

Por otro lado, existen diferencias significativas para el factor B: tipo de siembra y por la interacción A*B (especies forestales * tipo de siembra), lo que indica que los factores en estudio (A y B) de manera combinada tienen influencia directa en el crecimiento de las estacas.

El coeficiente de variación obtenido para la variable diámetro de las estacas fue calculado en 10.49 %, lo que demuestra que existe una leve variación de la desviación estándar de los datos con respecto a las medias, lo que demuestra la existencia de datos muy similares entre los tratamientos bajo estudio; por tanto, existe poca divergencia de los tratamientos depuestos en el experimento.



a, b, c y d: Categorías estadísticas según medida de separación por SNK

Figura 3. Crecimiento dasométrico en diámetro

La figura 3. Muestra los diámetros promedio obtenidos por tratamientos. Las mediciones se realizaron a intervalos de 15 días entre cada toma de datos; según los resultados, los tratamientos **a4b1** y **a5b1** (estacas de madero negro y leucaena sembrado en bolsas de polietileno) obtuvieron el mayor crecimiento en diámetro de las estacas con 9.3 y 8.5 cm, con un crecimiento mensual de 1.86 y 1.7 centímetros, con categorías estadísticas de “a”, por la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

Según, (Duarte, 2005), expresa que la leucaena en la fase de vivero; establecida mediante estacas alcanza y un diámetro de 2.55 cm los cinco meses, un resultado casi similar por lo obtenido y registrado por (Medina, 2007) con 2.65 cm; en nuestra investigación se obtuvo como promedio establecidas en bolsas de polietileno como a raíz desnuda de 6.6 cm, un diámetro en estacas de leucaena a nivel de vivero superior a lo expresado por (Duarte, 2005) y (Medina, 2007) en sus investigaciones, este resultados se debe a que se logró tener un ambiente controlado y un manejo adecuado del vivero

Las especies forestales establecidos por medio de estacas con fines de reforestación según (Sequeira, 2004), señala que se obtienen en cinco meses un incremento promedio en diámetro de 2.1 cm, un resultado superior a lo obtenido en nuestra investigación ya que se obtuvo en promedio de 1.57 cm entre el mejor tratamiento y el tratamiento que arrojó el diámetro más bajo, estos resultados están sujetos a las condiciones medio ambientales y manejo que se les dan dentro del vivero,

El tratamiento (a_3b_2) nanciton establecida a raíz desnuda fue la que obtuvo el menor diámetro promedio con 6.4 cm con un crecimiento diamétrico mensual de 1.28cm, con categorías estadísticas de “**d**”, según la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls

La prueba de SNK aplicado al factor (A), permite agrupar las especies forestales en dos grupos estadísticos. En primero lugar la especie madero negro (a_4), en segundo lugar, las especies Caoba (a_1), guapinol (a_2), nanciton (a_3) y leucaena (a_5). La prueba de SNK aplicado al factor (B), permite agrupar los tipos de siembra en dos grupos estadísticos. En primer lugar, la siembra en bolsas de polietileno (b_1) y en segundo lugar la siembra a raíz desnuda (b_2).

Finalmente, la prueba de SNK aplicado para la interacción (tipos de especies forestales * tipo de siembra utilizada), permite separar a los tratamientos factoriales en tres grupos diferentes, en primer lugar, las combinaciones a_4b_2 y a_4b_1 (madero negro establecido a raíz desnuda y en bolsas de polietileno), en segundo la combinación a_2b_1 , (guapinol en bolsas de polietileno), a_3b_1 (nanciton en bolsas de polietileno), a_1b_2 (caoba a raíz desnuda), a_2b_2 (guapinol a raíz desnuda), a_5b_1 (leucaena en bolsas de polietileno), a_5b_2 (leucaena a raíz desnuda) y a_3b_2 (nanciton a raíz desnuda).

5.3. Número de rebrotes y crecimiento de rebrotes de cada una de las cinco especies forestales producidas por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda.

El número y crecimiento de rebrotes en las estacas fueron evaluadas en base a 4 categorías, según (Centeno, 1993) y adaptado a las condiciones climáticas de la zona bajo estudio.

- **Número de rebrotes**

Tabla 7. Comportamiento del número de rebrotes por tratamientos

Tratamientos	No. de rebrotes por estacas	Categorías
T₁ = a ₁ b ₁ (Caoba en bolsas)	8.4 rebrotes	(Bueno)
T₂ = a ₁ b ₂ (Caoba a raíz desnuda)	6.8 rebrotes	(Bueno)
T₃ = a ₂ b ₁ (Guapinol en bolsas)	7.6 rebrotes	(Bueno)
T₄ = a ₂ b ₂ (Guapinol a raíz desnuda)	6.4 rebrotes	(Bueno)
T₅ = a ₃ b ₁ (Nanciton en bolsas)	8.2 rebrotes	(Bueno)
T₆ = a ₃ b ₂ (Nanciton a raíz desnuda)	6.8 rebrotes	(Bueno)
T₇ = a ₄ b ₁ (Madero negro en bolsas)	10.2 rebrotes	(Excelente)
T₈ = a ₄ b ₂ (Madero negro a raíz desnuda)	6.9 rebrotes	(Bueno)
T₉ = a ₅ b ₁ (Leucaena en bolsas)	8.25 rebrotes	(Bueno)
T₁₀ = a ₅ b ₂ (Leucaena a raíz desnuda)	5.8 rebrotes	(Bueno)

Fuente: Propia de investigación

La tabla 7. Muestra los diez tratamientos bajo estudio el cual contempla cinco diferentes tipos de especies forestales y tipos de siembras, además el número de rebrotes por estacas y sus categorías en condiciones de vivero bajo un arreglo de tratamientos en un diseño de bloques completamente al azar.

Según los resultados obtenidos, se observa que el tratamiento **a₄b₁** (estacas de madero negro sembrado en bolsas de polietileno) tuvo el mejor comportamiento con 10.2 rebrotes por estacas, por lo que (Centeno, 1993), lo categoriza como **excelente** por estar en el rango de 10 a más rebrotes por estacas; lo que indica que estas especies forestales tiene una mayor capacidad de producir rebrotes por medio de estacas y establecidas en bolsas de polietileno que las otras especies bajo estudio.

(Dias, 2005) Expresa que en condiciones de vivero utilizando material vegetativo (estacas de madero negro), obtiene en promedio a los cinco meses 8.1 rebrotes rebotes por estacas, en nuestra investigación se obtuvo 10.2 rebrotes establecidas en bolsas de polietileno y 6.9 rebrotes establecida a raíz desnuda, para un promedio en los dos sistemas

de siembra 8.55 rebrotes por estacas, un resultado similar, lo que indica que bajo buenas condiciones y ambientes controlados el número de rebrote por estacas tiende a aumentar oscilando entre las categorías de bueno a excelente según (Centeno, 1993).

Por otro lado los tratamientos **a1b1** (estacas de caoba sembrado en bolsas de polietileno), el tratamiento **a5b1** (estacas de leucaena sembrado en bolsas de polietileno), el tratamiento **a3b1** (estacas de nanciton sembrado en bolsas de polietileno) y el tratamiento **a2b1** (estacas de guapinol sembrada en bolsas de polietileno), obtuvieron los segundo mejores resultados con 8.4, 8.25, 8.2 y 7.6 rebrotes por estacas, por lo que (Centeno,1993), lo categoriza como **bueno**, por estar en el rango de 5 a 9.99 rebrotes por estacas.

Estos resultados demuestran claramente que las especies forestales (madero negro, caoba, leucaena, nanciton y guapinol), establecidas en bolsas de polietileno por medio de estacas a futuro están en la capacidad de satisfacer demandas de biomasa, ya sea para forraje o postes, que requieran los productores debido a la capacidad de rebrotar que estas poseen, siempre y cuando se realice el debido manejo silvicultural.

Por otro lado, estos resultados contribuyen al esclarecimiento de que la alternativa de manejo de rebrotes favorece más al madero negro como cultivo forestal.

Tabla 8. Análisis de varianza para el número de rebrotes de estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda

Fuente de variación	SC	GL	CM	FC	F5%
Bloques	3.46	2	1.73	4.43 *	2.97
Esp. Forestales	9.48	4	2.37	6.07 *	4.00
Tipo de siembra	29.69	1	29.69	76.13 **	2.97
Esp. y siembra	4.59	4	1.15	2.95 ns	4.00
Error	6.98	18	0.39		
Total	54.2	29		CV (%) = 22.74	

ns = no significativo

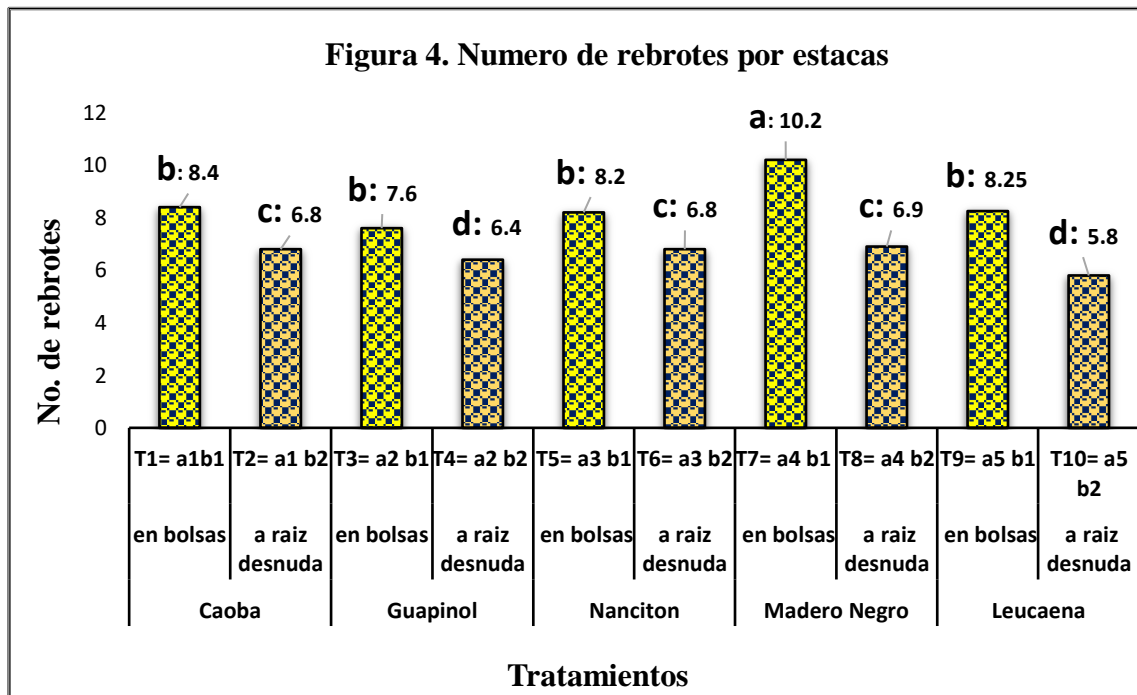
** = altamente Significativo

CV: Coeficiente de variación

La tabla 8. Muestra que El ANDEVA realizado con un (95% de confianza), que existen diferencias significativas, para la variable número de rebrotes por estacas obtenidos por efecto del factor A: especies forestales estudiadas.

Por otro lado, existen diferencias altamente significativas para el factor B: tipo de siembra utilizada, sin embargo, se encontró diferencias no significativas por efecto de la interacción A*B (especies forestales * tipo de siembra), lo que indica que los factores en estudio (A y B) no tienen influencia de manera combinada sobre la variable número de rebrotes por estacas, de modo que se debe de considerar de manera individual.

El coeficiente de variación obtenido para la variable número de rebrotes por estacas fue calculado en 22.74 por ciento, lo que demuestra que existe una leve variación de la desviación estándar con respecto a las medias, lo que demuestra la existencia de datos muy similares entre los tratamientos bajo estudio; por tanto, existe poca divergencia de los tratamientos depositados en el experimento.



a, b, c y d: Categorías estadísticas según medida de separación por SNK

La figura 4. Número de rebrotes por estacas según tratamientos en el experimento

La figura 4. Muestra el número de rebrotes por estacas, según los tratamientos dispuestos en el experimento. Las mediciones se realizaron a intervalos de 15 días entre cada toma de datos; según los resultados, los tratamientos (a_4b_1) madero negro establecido en bolsas de polietileno obtuvo el mayor número de rebrotes con 10.2 rebrotes por estacas con categorías estadísticas de “a”, según la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

Los tratamientos (a_1b_1) estacas de caoba en bolsas de polietileno, el tratamiento (a_5b_1) estacas de leucaena en bolsas de polietileno, el tratamiento (a_3b_1) estacas de nanciton en bolsas de polietileno y el tratamiento (a_2b_1) estacas de guapinol sembrada en bolsas de polietileno, obtuvieron los segundos mejores resultados con 8.4, 8.25, 8.2, y 7.6 rebrotes por estacas con categorías estadísticas de “b”, según la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls)

La prueba de SNK aplicado al factor (A), permite agrupar las especies forestales en dos grupos estadísticos. En primero lugar la especie madero negro (a_4), en segundo lugar las especies caoba (a_1), nanciton (a_3), leucaena (a_5) y guapinol (a_2).

La prueba de SNK aplicado al factor (B), permite agrupar los tipos de siembra en dos grupos estadísticos. En primer lugar, la siembra en bolsas de polietileno (b_1) y en segundo lugar la siembra a raíz desnuda (b_2).

Finalmente la prueba de SNK aplicado para la interacción (tipos de especies forestales * tipo de siembra utilizada), permite separar a los tratamientos factoriales en cuatro grupos estadísticos diferentes, en primer lugar la combinaciones a_4b_2 (estacas de madero negro establecido en bolsas de polietileno), en segundo lugar las combinaciones (a_1b_1) estacas de caoba sembrado en bolsas de polietileno), la combinación a_5b_1 (estacas de leucaena sembrado en bolsas de polietileno), la combinación a_3b_1 (estacas de nanciton sembrado en bolsas de polietileno) y la combinación a_2b_1 (estacas de guapinol sembrada en bolsas de polietileno), en tercer lugar las combinaciones a_4b_2 (estacas de madero negro a raíz desnuda), la combinación a_3b_2 (estacas de nanciton a raíz desnuda), la combinación, a_1b_2 (estacas de guapinol a raíz desnuda) y en cuarto lugar la combinación a_5b_2 (estacas de leucaena a raíz desnuda)

- **Crecimiento de rebrotes por estacas**

Tabla 9. Comportamiento del crecimiento de rebrotes por estacas

Tratamientos	Crecimiento de rebrotes por estacas (cm)	Categorías
T₁ = a ₁ b ₁ (Caoba en bolsas)	25.6 cm	(Aceptable)
T₂ = a ₁ b ₂ (Caoba a raíz desnuda)	23.1 cm	(Aceptable)
T₃ = a ₂ b ₁ (Guapinol en bolsas)	24.20 cm	(Aceptable)
T₄ = a ₂ b ₂ (Guapinol a raíz desnuda)	22.60 cm	(Aceptable)
T₅ = a ₃ b ₁ (Nanciton en bolsas)	25.60 cm	(Aceptable)
T₆ = a ₃ b ₂ (Nanciton a raíz desnuda)	23.40 cm	(Aceptable)
T₇ = a ₄ b ₁ (Madero negro en bolsas)	26.4 cm	(Aceptable)
T₈ = a ₄ b ₂ (Madero negro a raíz desnuda)	24.80 cm	(Aceptable)
T₉ = a ₅ b ₁ (Leucaena en bolsas)	25.60 cm	(Aceptable)
T₁₀ = a ₅ b ₂ (Leucaena a raíz desnuda)	24.20 cm	(Aceptable)

Fuente: Propia de investigación

La tabla 9. Muestra los diez tratamientos bajo estudio el cual contempla cinco diferentes tipos de especies forestales y tipos de siembras, además el crecimiento de rebrotes por estacas y sus categorías en condiciones de vivero bajo un arreglo de tratamientos en un diseño de bloques completamente al azar.

Según los resultado obtenidos, se observa que los tratamientos **a₄b₁** (estacas de madero negro sembrado en bolsas de polietileno, el tratamiento **a₃b₁** (estacas de nanciton sembrado en bolsas de polietileno), el tratamiento **a₅b₁** (estacas de leucaena sembrado en bolsas de polietileno) y el tratamiento **a₁b₁** (estacas de caoba sembrado en bolsas de polietileno), fueron los que tuvieron los mejores comportamiento con 26.4, 25.60, 25.60 y 25.60 cm respecto al crecimiento de los rebrotes por estacas, por lo que (Centeno, 1993), lo categoriza como **aceptable** por estar en el rango de 10 a 49.9 cm; lo que indica que las estacas de estas especies establecidas en bolsas de polietileno tienden a tener un mayor crecimiento de sus rebrotes que cuando son establecidas a raíz desnuda.

(Dias, 2005) Expresa que en condiciones de vivero utilizando material vegetativo (estacas de madero negro), obtiene en promedio a los cinco meses un crecimiento de rebrotes por estacas de 40.65 cm, en nuestra investigación se obtuvo 26.4 cm establecidas en bolsas de polietileno y 24.8 cm establecida a raíz desnuda, para un promedio en los dos sistemas de siembra de 25.6 cm, un por debajo por lo expresado por (Dias, 2005); lo que indica que el aumento del crecimiento de los rebrotes por estacas dependen de las condiciones medio ambientes de la zona y manejo adecuado del vivero. (Centeno, 1993).

Estos resultados demuestran claramente que las especies forestales (madero negro, nanciton, leucaena, guapinol y caoba), establecidas en bolsas de polietileno por medio de estacas a futuro están en la capacidad de satisfacer demandas de biomasa, ya sea para forraje o postes, que requieran los productores debido a la capacidad de crecimiento de sus rebrotes que estas poseen, siempre y cuando se realice el debido manejo silvicultural.

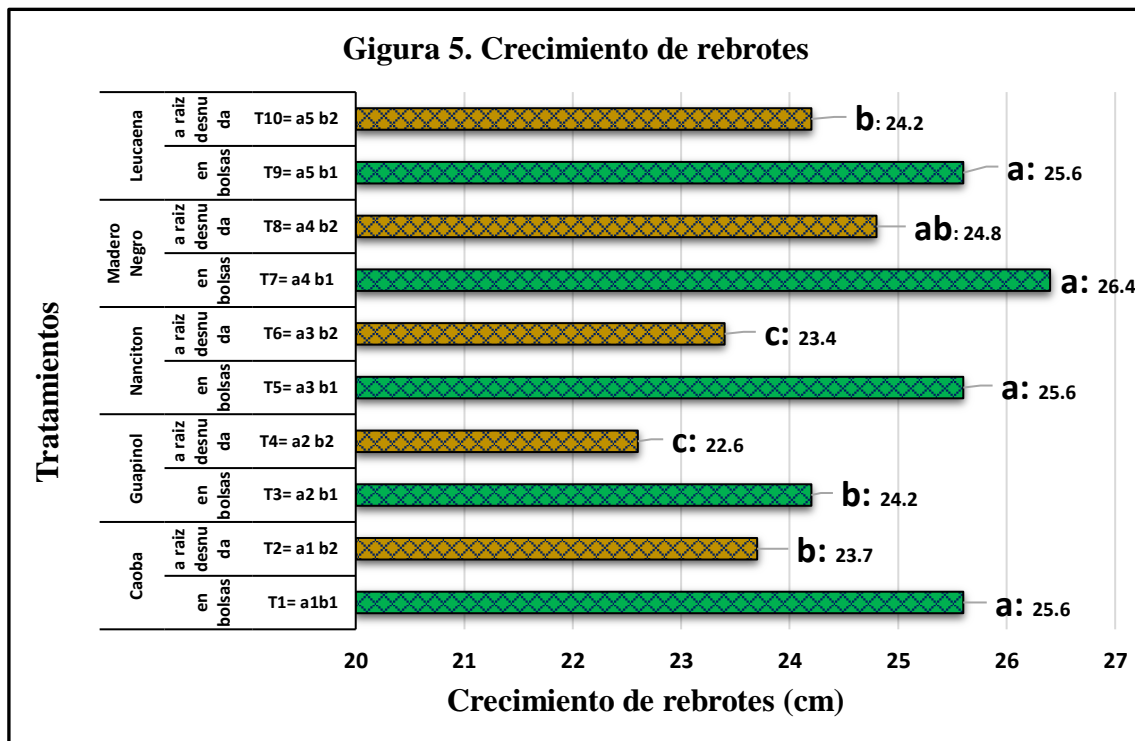
Tabla 10. Análisis de varianza para el crecimiento de rebrotes en estacas

Fuente de variación	SC	GL	CM	FC	F5%
Bloques	1.161	2	0.58	0.039 ns	2.97
Esp. Forestales	15.26	4	3.82	0.397 ns	4.00
Tipo de siembra	22.71	1	22.71	1.56 ns	2.97
Esp. y siembra	29.15	4	7.29	0.499 ns	4.00
Error	262.7	18	14.60		
Total	331.01	29	11.41	CV (%) = 77.02	

ns = no significativo CV: Coeficiente de variación

La tabla 10. El ANDEVA realizado con un (95% de confianza) demuestra que no existen diferencias significativas, para la variable crecimiento de rebrotes por estacas obtenidos por efecto del factor A: especies forestales estudiadas, por efecto del factor B: tipo de siembra utilizada y por efecto de la interacción A*B (especies forestales * tipo de siembra), lo que indica que los factores en estudio como tratamientos no obtuvieron los resultados esperados en torno al crecimiento de los rebrotes por estacas.

El coeficiente de variación obtenido para la variable número de rebrotes por estacas fue calculado en 72.02 por ciento, lo que demuestra que existe una gran variación de la desviación estándar con respecto a las medias, lo que demuestra que el crecimiento de los rebrotes por estacas presenta gran divergencia entre los tratamientos bajo estudio.



a, ab, b y c (Categorías estadísticas, según prueba de SNK)

Figura 5. Crecimiento de rebrotes

La Figura 5. Muestra el crecimiento de rebrotes por estacas, según los tratamientos dispuestos en el experimento. Las mediciones se realizaron a intervalos de 15 días entre cada toma de datos; según los resultados, todos los tratamientos según (Centeno, 1993), obtuvieron una categoría de “**aceptable**” por estar en el rango de 10 a 49.9 cm, sin embargo según la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls), categoriza a los tratamientos (a_4b_1), (a_3b_1), (a_5b_1) y (a_1b_1) en una categoría estadística de “**a**”, por obtener los mejores crecimientos promedios de rebrotes por estacas con 26.4, 25.60, 25.60 y 25.60 cm respectivamente.

La prueba de SNK aplicado al factor (A), permite agrupar las especies forestales en dos grupos estadísticos. En primero lugar la especie madero negro (a_4), en segundo lugar, las especies de leucaena (a_5), caoba (a_1), nanciton (a_3) y guapinol (a_2).

La prueba de SNK aplicado al factor (B), permite agrupar los tipos de siembra en dos grupos estadísticos. En primer lugar, la siembra en bolsas de polietileno (b_1) y en segundo lugar la siembra a raíz desnuda (b_2).

Finalmente la prueba de SNK aplicado para la interacción (tipos de especies forestales * tipo de siembra utilizada), permite separar a los tratamientos factoriales en tres grupos estadísticos diferentes, en primer lugar la combinaciones a_4b_1 (estacas de madero negro establecido en bolsas de polietileno), la combinación a_3b_1 (estacas de nanciton sembrado en bolsas de polietileno), la combinación a_5b_1 (estacas de leucaena sembrado en bolsas de polietileno) y la combinación (a_1b_1) estacas de caoba sembrado en bolsas de polietileno).

En segundo lugar, las combinaciones a_4b_2 (estacas de madero negro a raíz desnuda); la combinación a_2b_1 (estacas de guapinol sembrada en bolsas de polietileno), la combinación a_5b_2 (estacas de leucaena a raíz desnuda) y la combinación a_3b_2 (estacas de nanciton a raíz desnuda) y en tercer lugar las combinaciones a_3b_2 (estacas de nanciton a raíz desnuda) y la combinación a_2b_2 (estacas de guapinol a raíz desnuda).

VI. CONCLUSIONES

Se aceptan las hipótesis planteadas ya que hubo efectos significativos en las especies, en el tipo de siembra y en la interacción de ambas sobre las variables bajo estudio.

Respecto a la variable grado de sobrevivencia; los tratamientos **a4b1** y **a5b1** (estacas de madero negro y leucaena sembrado en bolsas de polietileno) fueron los mejores con el 94.4 y 88.8 % en sobrevivencia, con categorías de “**excelente**” según (Centeno, 1993) y con categoría estadística de “**a**” por la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

Respecto a la variable altura, los tratamientos **a4b1** y **a5b1** (estacas de madero negro y leucaena sembrado en bolsas de polietileno) obtuvieron el mayor crecimiento de las estacas con 28.8 y 28.25 cm, con un crecimiento mensual de 5.76 y 5.65 centímetros, con categorías estadísticas de “**a**”, por la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

Con relación a la variable diámetro, los tratamientos (**a4b2**) y (**a4b1**) (madero negro establecido a raíz desnuda y en bolsas de polietileno) obtuvieron los mayores diámetros promedios con 9.3 y 8.5 cm respectivamente, con un incremento diamétrico promedio mensual de 1.8 y 1.7 cm, con categorías estadísticas de “**a**”, por la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

Respecto al número de rebrotes por estacas, el tratamiento **a4b1** (estacas de madero negro sembrado en bolsas de polietileno) tuvo el mejor comportamiento con 10.2 rebrotes por estacas, con categoría de **excelente** según (Centeno, 1993) y con categoría estadística de “**a**”, por la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

Respecto a la variable crecimiento de rebrotes por estacas, los tratamientos **a4b1**, **a3b1**, **a5b1** y **a1b1** (estacas de madero negro, nanciton, leucaena y caoba sembrados en bolsas de polietileno) fueron los mejores con 26.4, 25.60, 25.60 y 25.60 cm, con categorías de “**aceptable**” según (Centeno, 1993) y con categoría estadística de “**a**” por la prueba de Rangos Múltiples de SNK (Student Newman Kauls).

VII. RECOMENDACIONES

En condiciones de vivero, se recomienda la propagación vegetativa por medio de estacas a las especies de madero negro, leucaena y caoba tanto en bolsa de polietileno como a raíz desnuda por su excelente y buen porcentaje de sobrevivencia, a excepción del guapinol y nanciton.

El madero negro, por su buen crecimiento dosométrico en alturas y en diámetro se recomienda su propagación vegetativa por medio de estacas tanto en bolsas de polietileno como a raíz desnuda. Las especies de leucaena, caoba, nanciton y guapinol se recomienda su propagación por medio de estacas únicamente en bolsas de polietileno.

No se recomienda la propagación vegetativa por medio de estacas tanto en bolsas de polietileno como a raíz desnuda para las especies de guapinol, nanciton y leucaena ya que tienen un desarrollo diamétrico muy lento.

Se recomienda la propagación vegetativa por medio de estacas en bolsas de polietileno a las especies madero negro, caoba, guapinol, nanciton y leucaena por su buena capacidad rebrotiva.

Continuar con investigaciones por medio de la propagación vegetativa a través de estacas con otras especies forestales, arbóreas y ornamentales de la zona, por ser una alternativa técnicamente viable para planes de conservación y para el repoblamiento forestal y agroforestal.

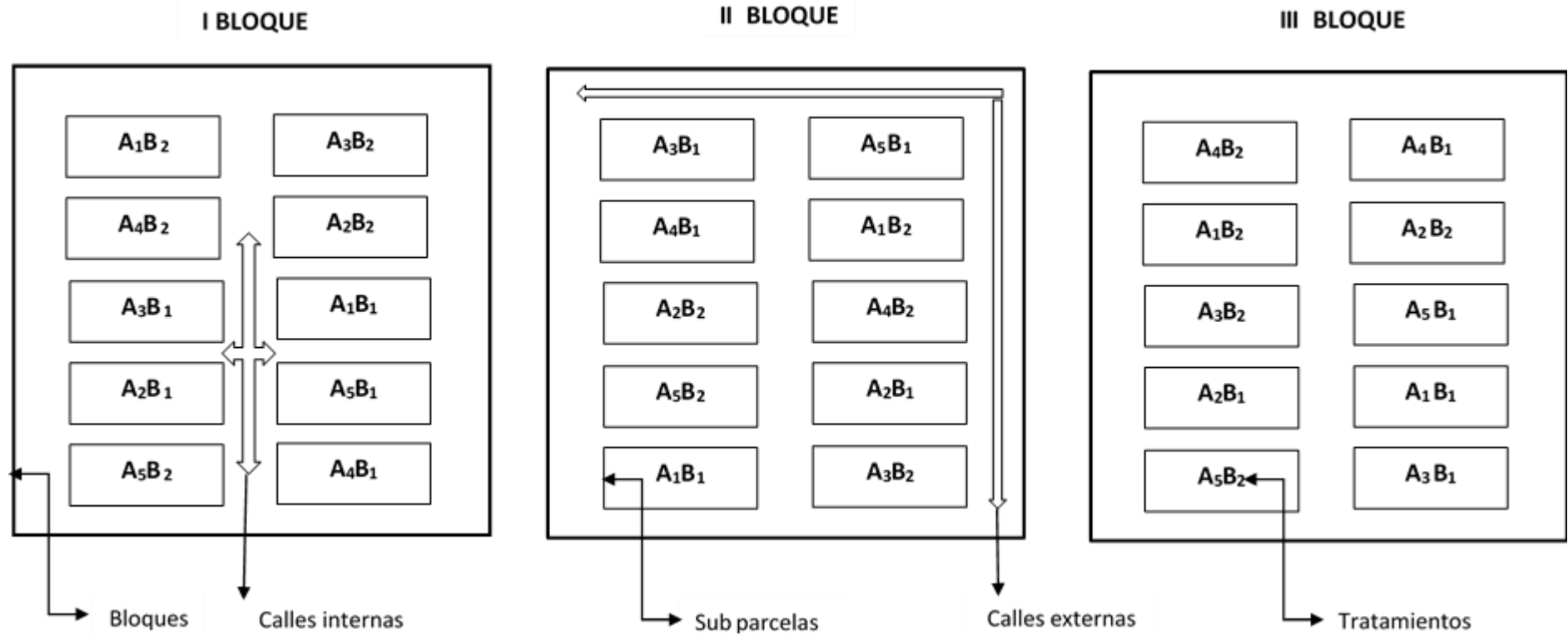
En próximas investigaciones, realizar estudios específicos sobre incidencias de plagas que afectan los porcentajes de sobrevivencia de estacas en viveros.

VIII. REFERENCIAS

- Ansorena J. (1994). Sustratos, propiedades y fertilización. Ediciones mundi- prensa. España.
- Calzada, J. (1993). Frutales nativos.
- Calero (1987). Curso Básico sobre plantaciones forestales. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ciencias Forestales. Departamento de Silvicultura. Mangua. Nicaragua Pag. 94.
- Calero R. (1987). Sistemas de producción en bolsas plásticas y raíz desnuda
- Centeno, M. 1993. Inventario nacional de plantaciones forestales en Nicaragua. Trabajo de diploma. UNA. Managua, Nicaragua. 79 p.
- Dias, G. (2005). Establecimiento y Evaluacion de Cercas Vivas.
- Duarte, A. (2005). Evaluacion del comportamiento de dos especies forrajeras Morango (Moringa oleifera Lam), y Leucaena (Leucaena Leucacephala) en la fase de vivero. Mangua, Nicaragua.
- Garcia, M. (1995). Arboles y Bosques en la Consvracion de Suelos y Agua. Esteli, Nicaragua: Tercera Edicion.
- Gildaberto, B. (1992). Inferencia Estadística.
- HARTMANN, H; KESTER, D; DAVIES, F; GENEVE, R. 1997. Plant
- Herrera A. & Zoila L. (1996). Especies para reforestación en Nicaragua. Nicaragua, Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), Servicio Forestal. 185 p
- INAFOR, M. (2002). Guia de especies forestales de Nicaragua. Managua, Nicaragua: 1ra Edicion.
- INECC. (2007). Ecología y Cambio climatico.
- Iñuela, A. (2013). Guia para el establecimiento y manejo de viveros agroforestales .
- Leakey, R. (1985). La capacidad de propagacion vegetativa en arboles .
- Longman, K. (1993). Tala de raices de arboles tropicales.
- Lopez, D. (2005). La produccion de esquejes. Horticultura internacional.

- MARENA/INAFOR, 2002. (Ministerio de los recursos naturales y del ambiente, Instituto nacional forestal) Guía de especies forestales de Nicaragua. 1^a Edición. Managua, Nicaragua, Editora de Arte, S.A. 293 p.
- MARENA/INAFOR (2002). Guía de especies forestales de Nicaragua. Managua, Nicaragua, Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor volumen 1,2010.
- Medina, G. (2007). Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y etapa inicial de crecimiento .
- Mesen, F. (1998). Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales. Costa Rica.
- Pedroza, H. (1993). Fundamentos de Experimentación Agrícola. Managua.
- Perez, M. (2004). Manejo de rebrotes en plantaciones de Eucalipto en tres comunidades de Telica. Leon, Nicaragua.
- ROJAS, S; GARCIA, J; ALARCON M. 2004. Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Ed. Produmedios. Colombia. 56 p.
- Rojas R. (2001). Viveros Forestales. Pag. 255.
- Salazar T. (1994). Germinación y crecimiento de las especies en estudio caoba, cedro macho, nanciton
- Salas E. J. B. 1993. Árboles de Nicaragua. Managua, NI. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del ambiente, IRENA. 390 P.
- Sequeira, N. (2004). Evaluación de cuatro especies forestales establecidas como linderos maderables. Managua, Nicaragua.
- Sisaro, D. (2016). Propagación vegetativa por medio de estacas de tallo.
- Zarate, S. (1987). *Leucaena leucocephala* (Lam), de Wit, subsp. *glabrata* - Momosaceae.
- Zobel, B. (1988). Técnica de mejoramiento genético de árboles forestales.

Diseño de campo (BCA)



Anexo No.3 Fotografías



Siembra de estacas en bolsas y en bancos a raíz desnuda



Riego de parcelas demostrativas





INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL

