



Crecimiento y desarrollo en vivero de cinco especies forestales propagadas vegetativamente en dos sistemas de siembra



Growth and development of five forest species propagated vegetatively in nursery in two planting systems

 **Zamer Danilo Mairena Bermúdez**
Bluefields Indian & Caribbean University,
Nicaragua
zamer.mairena@bicu.edu.ni

 **Oscar Antonio Chacón López**
Bluefields Indian & Caribbean University,
Nicaragua
oscar.chacon@bicu.edu.ni

Wani, Revista del Caribe Nicaragüense
núm. 82, 2025
Bluefields Indian & Caribbean University, Nicaragua
ISSN: 1813-369X
ISSN-E: 2308-7862
Periodicidad: Semestral
lester.jarquin@bicu.edu.ni

Recepción: 21 junio 2024
Aprobación: 30 junio 2025

DOI: <https://doi.org/10.5377/wani.v1i82.20714>

URL: <https://portal.amelica.org/ameli/journal/921/9215376010/>

Resumen: La propagación vegetativa es el sistema más antiguo, económico y fácil de realizar; no requiere de habilidades especiales, ni mucho espacio. Además, tiene la ventaja de ganancia genética en períodos cortos, así como la de transferir todo el potencial genético de la planta madre a su descendencia obteniendo estacas enraizadas de calidad que respondan efectiva y rápidamente al trasplante. El objetivo de este estudio consistió en evaluar el crecimiento y desarrollo vegetativo en vivero de cinco especies forestales en dos sistemas de siembra. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de carácter experimental, exploratorio y longitudinal en un diseño de bloques completos al azar (bifactorial). Se realizó el análisis de varianza, pruebas de rangos múltiples y modelo aditivo lineal. Los tratamientos (madero negro y leucaena en bolsas de polietileno) fueron los mejores con 94.4 % y 88.8 % de sobrevivencia, con “excelencia” y un crecimiento en altura de 28.8 y 28.25 cm, ambas con categorías estadísticas de “a”. Los tratamientos, madero negro a raíz desnuda en bolsas de polietileno, obtuvieron los mayores diámetros con 9.3 y 8.5 cm con categorías estadísticas de “a”. El tratamiento (madero negro en bolsas de polietileno) fue el mejor con 10.2 rebrotes por estacas con “excelencia” y categoría estadística de “a”. Los tratamientos de madero negro, nancitón, leucaena y caoba en bolsas de polietileno obtuvieron los mejores crecimientos de rebrotes con 26.4, 25.60, 25.60 y 25.60 cm, con categorías de “aceptable” y categoría estadística de “a”. Los resultados demostraron diferencias significativas en los tratamientos bajo estudio.

Palabras clave: bosque, genética vegetal, gestión forestal, planta, silvicultura.

Abstract: Vegetative propagation is the oldest, most inexpensive, and easiest system to implement, requiring no

special skills or much space. In addition, it has the advantage of achieving genetic gain in short periods of time. It also allows for the transfer of the full genetic potential of the mother plant to its offspring, producing quality rooted cuttings that respond well and quickly to transplanting. The objective of the study was to evaluate the growth and development of five vegetative tree species in two planting systems in the nursery. The research was quantitative, experimental, exploratory, and longitudinal, using a randomized complete block (bifactorial) design. Analysis of variance, multiple range tests, and a linear additive model were performed. The treatments (blackwood and leucaena in polyethylene bags) were the best, with 94.4% and 88.8% survival rates, with "excellence" and height growth of 28.8 and 28.25 cm, both with statistical categories of "a." The bare-root blackwood and polyethylene bag treatments yielded the largest diameters, with 9.3 and 8.5 cm, with statistical categories of "a." The best treatment was blackwood in polyethylene bags, with 10.2 shoots per cutting, with "excellence" and a statistical category of "a." The best treatments were blackwood, nancitón, leucaena, and mahogany in polyethylene bags, with shoot growth of 26.4, 25.60, 25.60, and 25.60 cm, with categories of "acceptable" and a statistical category of "a." Results demonstrated significant differences in the treatments under study.

Keywords: forest, forest management, forestry, plant, plant genetics.

INTRODUCCIÓN

Producir plantas en viveros, es un arte que contribuye al cuidado de la vida y nos garantiza tener plántulas de calidad y adaptadas a nuestra comunidad. Esto contribuirá a formar plantaciones y sistemas agroforestales sostenibles, cambiando nuestro entorno natural, constituyéndose en una fuente de ingreso económico para la familia o comunidad (Agencia de Cooperación Internacional del Japón [JICA], 2014).

Los bosques de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte de Nicaragua cuentan con una importante diversidad de especies arbóreas, las mismas que vienen sufriendo una fuerte “presión” debido a actividades, en muchos casos informales, pero que mueven gran parte de la economía regional, como la extracción de especies forestales, la agricultura migratoria y la ganadería. Estas actividades han tenido impactos negativos en el ecosistema forestal; dentro de ellas, la amenaza a la propia existencia de las especies, lo cual se ve reflejado en la escasa disponibilidad de la semilla selecta, el corto período de viabilidad, el alto costo de la misma y la calidad genética heterogénea de sus descendientes.

Un método efectivo para mitigar esta problemática es la propagación vegetativa o asexual por medio de enraizamiento de estaca de tallo de plantas forestales en bolsas de polietileno y a raíz desnuda, dentro de ambientes controlados (viveros). Este permite aumentar la sobrevivencia, productividad y ganancia genética, logrando la transferencia del potencial de la planta madre a su descendencia, obteniendo estacas de calidad que respondan eficaz y rápidamente al trasplante para fines de reforestación.

Este tipo de propagación es la forma más común en la clonación de plantas forestales y se debe a que es una técnica sencilla, que permite multiplicar y obtener plantas homogéneas y de buena calidad comercial en un tiempo relativamente corto. Además, es importante conocer que la propagación vegetativa asegura la conservación de un germoplasma valioso, así como obtener descendencias homogéneas desde el punto de vista genético (clones), ya que permite captar y transferir al nuevo árbol todo el potencial genético del árbol donador (Zobel y Talbert, 1988) y hace posible eliminar la dependencia del uso de semilla (Mesén, 1998).

De acuerdo con Muñoz Sandino y Juárez Dávila (2016), en condiciones de vivero, utilizando material vegetativo (estacas de madero negro), se obtiene un porcentaje de sobrevivencia promedio a los cinco meses de haberse establecido, obteniendo un 59.5%. Asimismo, obtiene crecimiento de rebrote en altura de 40.65 cm y 8.1 rebrotes por estacas.

Referente a lo anterior descrito, Duarte Aguilar (2015) señala que, en la fase de vivero establecida mediante estacas, la especie de leucaena alcanza una altura promedio de 108 cm y un diámetro de 2.55 cm a los cinco meses de haberse establecido. Esto constituye un crecimiento en diámetro similar a lo registrado por Medina et al. (2007) con 2.65 cm.

Por otro lado, según Sequeira Lazo y Mendoza Laguna (2005), las especies forestales con fines de reforestación establecidas por medio de estacas, alcanzan en promedio un porcentaje de sobrevivencia del 51.7%, un incremento promedio en altura de 6.23 cm y un diámetro de 2.1 cm a los cinco meses después de ser establecidas.

En base a esto, la investigación se llevó a cabo en la ciudad de Puerto Cabezas, Región Autónoma Costa Caribe Norte (RACCN), Nicaragua en la finca experimental de BICU con el fin 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*) y leucaena (*Leucaena leucacephala*), producido vegetativamente (por estacas), bajo dos sistemas de siembra (en bolsas de polietileno y a raíz desnuda) en un periodo de cinco meses.

El estudio se planteó (3) hipótesis: que al menos una de las especies forestales ejerza un efecto significativo en sobrevivencia, altura, diámetro número de rebrote y crecimiento; la segunda hipótesis: que al menos uno de los dos tipos de siembra ejerza un efecto significativo en sobrevivencia, altura, diámetro rebrote y crecimiento; y el tercero: que exista efecto de interacción significativo en las especies forestales.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo. Por su finalidad, es de carácter experimental; según su alcance, es de corte longitudinal y por su nivel de profundidad y objetivo, es de naturaleza exploratoria. El área experimental fue de 155 m² con una población de 1,744 estacas y una muestra de 315. El nivel de representatividad fue del 18 %; el tipo de muestro utilizado fue probabilístico. El cálculo del número de estacas para muestra se hizo a través de la fórmula estadística para poblaciones finitas, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

$$n = \frac{N * Z^2(p * q)}{e^2 * (N - 1) + Z^2(p * q)} \quad (1) \quad [1]$$

Las técnicas e instrumentos utilizadas en la recolección de datos fueron: formatos de campo, guía de observación, revisión de registros existentes, así como herramientas agrícolas tales como: carretillas, cintas métricas, palas, azadones, rastrillos, palines, machetes, lienzas.

Tabla 1
Niveles y combinaciones de tratamientos de los factores en estudio

Factores	Niveles	Combinación de los tratamientos
Factor a Especies forestales	a ₁ = Caoba a ₂ = Guapinol a ₃ = Nancitón 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 (Nancitón en bolsas) T ₆ = a ₃ b ₂ (Nancitón 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)
	Factor b Tipos de siembra	b ₁ = Bolsa de polietileno b ₂ = A raíz desnuda

Para el estudio se establecieron 30 sub parcelas, distribuidos en tres bloques con tres repeticiones, una en cada bloque, las cuales fueron distribuidas aleatoriamente. Luego, se ubicaron estacas de 20 cm de largo y 2 cm de grosor de manera directa en bolsas de polietileno (1 estaca por bolsas) en bancos de tierra con distancia de siembra de 10 cm (raíz desnuda). Cabe destacar que la investigación tuvo una duración de 5 meses.

Con los datos obtenidos, se realizaron los análisis de varianza y las pruebas de separación de medias con la prueba de rangos múltiples (Newman-Keuls) para cada factor, así como el análisis de la interacción entre ambas. Además, se utilizaron las categorías para la evaluación de la sobrevivencia de las estacas, según las especies, crecimiento en altura, el desarrollo del diámetro, el número de rebrotes y el crecimiento de los rebrotes, adaptado por Centeno Solórzano (1993).

Se utilizó la prueba de rangos múltiples, para determinar valores críticos de acuerdo al número de medias de tratamiento involucrados y se utilizaron tanto métodos empíricos como teóricos. También se aplicó el modelo aditivo lineal para relacionar la variable dependiente con la predictiva, conocido como variable independiente o variable explicativa (Higuera, 1992).

Variables evaluadas

Sobrevivencia: El porcentaje de sobrevivencia se evaluó en base a 4 categorías, reflejadas en la tabla 2.

Tabla 2

Categorías para la evaluación de la sobrevivencia de plantas y estacas

Categorías	% de sobrevivencia
Excelente	80 a más
Bueno	60 – 79
Aceptable	40 – 59
Malo	Menos del 40

Altura y diámetro de estacas: Se midió la altura y diámetro de las estacas a intervalos de 15 días entre cada toma de datos. Igualmente, se les tomó lectura a 7 bolsas de polietileno y a 15 estacas sembradas en los bancos con sustratos.

Número de rebrotes por estacas: Para el análisis del número de rebrotes por estacas se utilizaron 4 categorías de crecimiento, reflejadas en la tabla 3.

Tabla 3

Categorías de números de rebrotes en las estacas

Categorías	Número de rebrotes por estacas
Excelente	De 10 a más
Bueno	De 5 a 9.99
Aceptable	De 3 a 4.99
Malo	Menos de 2.99

Crecimiento de rebrotes por estacas: Para el análisis del crecimiento de rebrotes por estacas se utilizó 4 categorías de crecimiento, mostradas en la tabla 4.

Tabla 4

Categorías de crecimiento de rebrotes en las estacas

Categorías	Crecimiento de rebrotes por estacas
Excelente	De 100 a más
Bueno	De 50 a 99.9
Aceptable	De 10 a 49.9
Malo	Menos de 9.9

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Grado de sobrevivencia

La sobrevivencia constituye un valor importante, ya que permite estimar el número de plantas o estacas vivas en un tiempo determinado. Además, la tasa de sobrevivencia de una especie en particular es un indicador clave del éxito de su establecimiento como

plantación en un sitio exótico o bajo condiciones edafoclimáticas externas. Este aspecto resulta crucial, pues contribuye a la conservación y recuperación de suelos en área deforestadas.

Tabla 5

Comportamiento de estacas en sobrevivencia de cinco especies forestales en condiciones de vivero

Tratamientos	Estacas(muestras)	Estacas(sobrevivencia)	Porcentajes(Sobrevivencia)	Categoría	Categorías estadísticas según (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 (Nancitón en bolsas)	18	9	50%	Aceptable	c
T ₆ = a ₃ b ₂ (Nancitón 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 a 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

Según los resultados obtenidos, en la tabla 5 se observa que los tratamientos a₄b₁ (estacas de madero negro sembrado en bolsas de polietileno) y el tratamiento a₅b₁ (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 Solórzano (1993) lo categoriza en la escala de excelente, indicando que estas especies forestales tiene una mayor capacidad adaptativa vegetativamente por medio de estacas en bolsas de polietileno.

Zárate (1987) reporta sobre la reproducción asexual por medio de estacas de la especie de leucaena establecidas en bolsas de polietileno o a raíz desnuda en bancos de tierra, que la propagación tiene una baja sobrevivencia. Contrario a esto, en esta investigación, bajo las mismas

condiciones, se logró obtener una sobrevivencia de 88.8% con categoría de excelente y 66.6% como bueno (Centeno Solórzano, 1993).

Lo anterior demuestra que estas especies, bajo ambientes controlados, con tratamientos silviculturales propicios y con el sustrato adecuado, tienen mayor grado de sobrevivencia, maximizando la optimización en la calidad de las estacas y su resistencia a efectos ambientales adversos. En relación a las categorías no abordadas en la discusión, se puede corroborar con la investigación de Rojas et al. (2004), donde expresa que la disminución de la sobrevivencia se debe principalmente a la incidencia de plagas y factores climáticos.

Por otro lado, el análisis de varianza, realizado con un 95% de confianza, demuestra que existen diferencias altamente significativas para la variable “grado de sobrevivencia de las estacas” obtenidas por efecto de las especies forestales, tipos de siembra y por la interacción de ambas, lo que indica que los factores bajo estudio son dependientes entre sí; de modo que se debe considerar el efecto de cada factor de manera conjunta para lograr efectos muy significativos en sobrevivencia de las estacas. El coeficiente de variación para esta variable fue calculado en 11.7%, lo que implica que existe poca divergencia de los tratamientos en el experimento.

La prueba de rangos múltiples, aplicado a los tratamientos, madero negro y leucaena, establecidas en bolsas de polietileno, clasifica en categoría estadística de “a”, a la especie de caoba en bolsa de polietileno, y a raíz desnuda, la caracteriza en la categoría “b”. Al madero negro y la leucaena a raíz desnuda les asigna la categoría “c”. Finalmente, al guapinol y al nancitón en bolsas de polietileno y a raíz desnuda se le clasificó en la categoría “d”.

Crecimiento dasométrico en alturas

El análisis de varianza, realizado con un 95% de confianza, demuestra 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 ambos factores tienen influencia en el crecimiento de las estacas, pero de manera separada. El coeficiente de variación fue calculado en 19.11 %, lo que demuestra que existe variación de la desviación estándar de los datos con respecto a las medias, indicando poca divergencia entre los tratamientos.

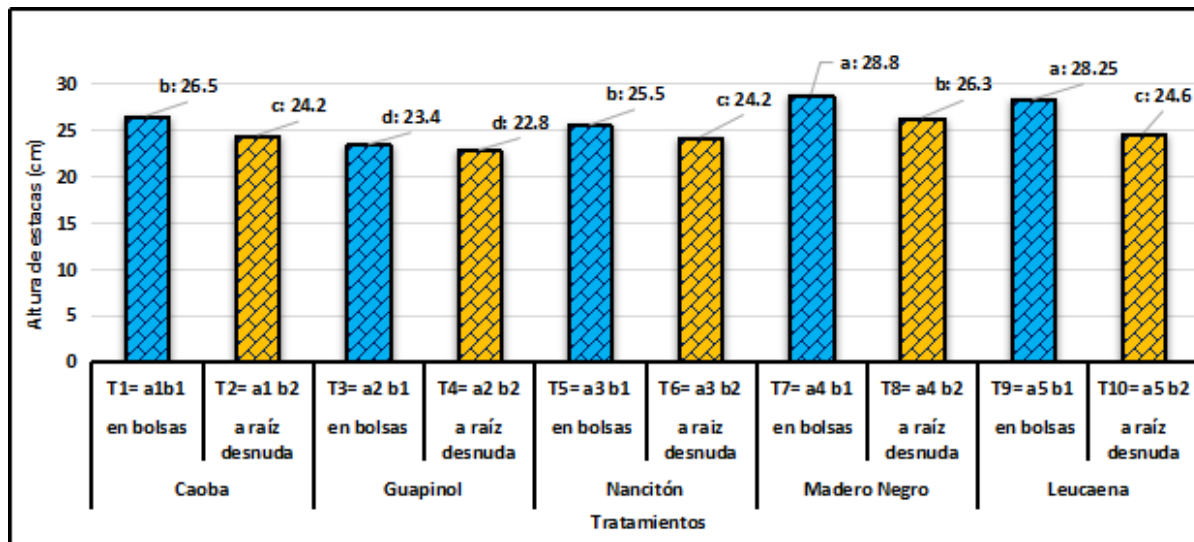


Figura 1

Representación de figura del crecimiento dasométrico en alturas

La figura 1, expresa que los tratamientos a_4b_1 y a_5b_1 (madero negro y leucaena) establecidas en bolsas de polietileno, obtuvieron el mayor crecimiento en alturas de estacas con 28.8 y 28.25 cm, con categorías estadísticas de “a”, según la prueba de rangos múltiples.

En referencia a esto, el Instituto Nacional Forestal (INAFOR, 2002) señala que la especie del madero negro en condiciones de vivero, establecidas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda alcanza una altura promedio de 25 cm a los cinco meses de haberse establecido; al comparar este resultado con lo obtenido en la investigación, la diferencia es relativamente inferior ya que se logró obtener un crecimiento en altura de las estacas de 27.55 cm, lo cual es significativo.

Asimismo, Duarte Aguilar (2015), afirma que la leucaena propagada por estacas en bolsas de polietileno y a raíz desnuda tiende a alcanzar una altura promedio de 28.57 cm a los cinco meses de haber sido establecido en condiciones de vivero. Esta investigación obtuvo como resultado un crecimiento promedio de 26.4cm, una altura relativamente inferior. Cabe resaltar que uno de los factores que incidió en el bajo crecimiento de esta especie fue la inestabilidad de los factores edafoclimáticos en la zona.

Crecimiento dasométrico en diámetros

El Análisis de varianza realizado con un 95% de confianza, demuestra que existen diferencias altamente significativas para la variable “diámetros de las estacas” obtenidos por efecto del factor a: especies forestales estudiadas y 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 de manera

combinada tienen influencia directa en el crecimiento de las estacas. El coeficiente de variación obtenido para esta variable, 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, por tanto, existe poca divergencia de los tratamientos en el experimento.

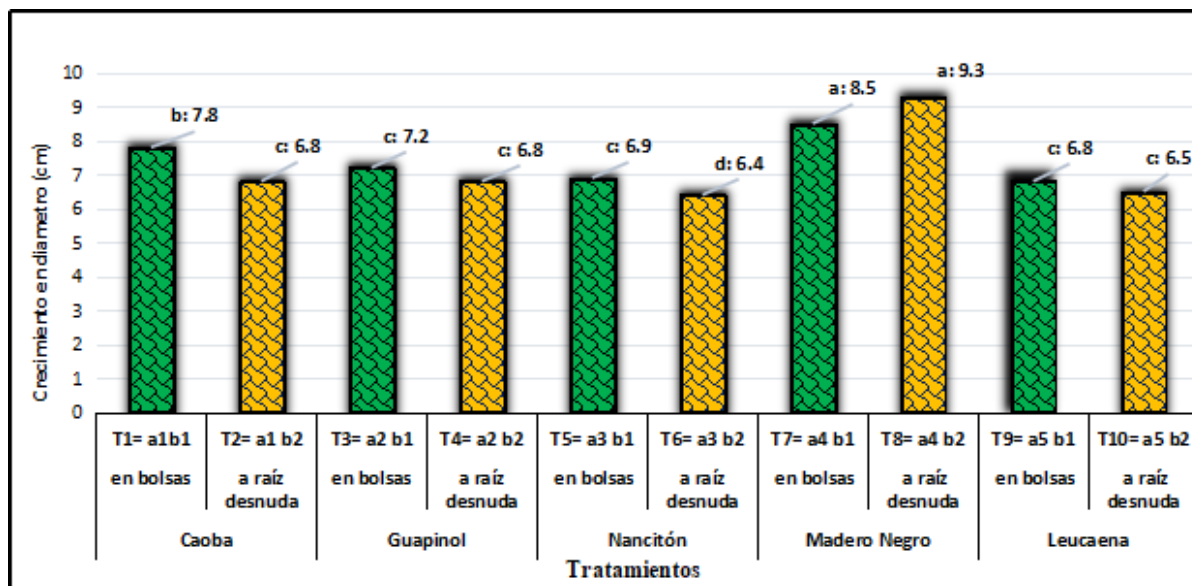


Figura 2

Representación del crecimiento dasométrico en diámetro

En la figura 2, los tratamientos a_4b_1 y a_5b_1 (estacas de madero negro y leucaena sembrado en bolsas de polietileno) obtuvieron el mayor crecimiento en diámetro con 9.3 y 8.5 cm, con categorías estadísticas de “a”, por la prueba de rangos múltiples.

Con respecto a esto, Duarte Aguilar (2015), expresa que la leucaena, en la fase de vivero, establecida mediante estacas, alcanza un diámetro de 2.55 cm a los cinco meses de haberse establecido. Este resultado es similar a lo obtenido y registrado por Medina et al. (2007) con 2.65 cm. En este estudio se obtuvo un promedio 6.6 cm, superior a lo expresado por Duarte Aguilar (2015) y Medina et al. (2007) en sus investigaciones; este resultado se debe a que se logró un ambiente controlado y un manejo adecuado del vivero.

Número de rebrotes y crecimiento de rebrotes

El número y crecimiento de rebrotes en las estacas fueron evaluadas en base a 4 categorías, según Centeno Solórzano (1993) y adaptado a las condiciones climáticas de la zona bajo estudio. Ver tablas 3 y 4.

Número de rebrotes

De acuerdo al análisis de varianza realizado con un 95% de confianza, se demuestra que existen diferencias significativas para el factor a: especies forestales estudiadas y diferencias altamente significativas para el factor b: tipo de siembra, lo que indica que los

factores en estudio no tienen influencia de manera combinada sobre esta variable, de modo que se deben considerar de forma individual. Por otra parte, el coeficiente de variación para esta variable fue calculado en 22.74%. La prueba de rangos múltiples aplicado a los tratamientos le otorga una categoría estadística de “a”, al madero negro y una categoría de “b” a la caoba, el guapinol, el nancitón y a la leucaena, todos establecidos en bolsas de polietileno.

Tabla 6
Comportamiento del número de rebrotes por tratamientos

Tratamientos	No. de rebrotes por estacas	Categorías	Categorías estadísticas según (SNK)
$T_1 = a_1 b_1$ (Caoba en bolsas)	8.4 rebrotes	(Bueno)	b
$T_2 = a_1 b_2$ (Caoba a raíz desnuda)	6.8 rebrotes	(Bueno)	c
$T_3 = a_2 b_1$ (Guapinol en bolsas)	7.6 rebrotes	(Bueno)	b
$T_4 = a_2 b_2$ (Guapinol a raíz desnuda)	6.4 rebrotes	(Bueno)	d
$T_5 = a_3 b_1$ (Nancitón en bolsas)	8.2 rebrotes	(Bueno)	b
$T_6 = a_3 b_2$ (Nancitón a raíz desnuda)	6.8 rebrotes	(Bueno)	c
$T_7 = a_4 b_1$ (Madero negro en bolsas)	10.2 rebrotes	(Excelente)	a
$T_8 = a_4 b_2$ (Madero negro a raíz desnuda)	6.9 rebrotes	(Bueno)	c
$T_9 = a_5 b_1$ (Leucaena en bolsas)	8.25 rebrotes	(Bueno)	b
$T_{10} = a_5 b_2$ (Leucaena a raíz desnuda)	5.8 rebrotes	(Bueno)	d

Comportamiento del número de rebrotes por tratamientos

Según los resultados obtenidos en la tabla 6, se observa que el tratamiento $a_4 b_1$ (estacas de madero negro sembrado en bolsas de polietileno) tuvo mejor comportamiento con 10.2 rebrotes por estacas, por lo que Centeno Solórzano (1993) lo categoriza como excelente por estar en el rango de 10 a más rebrotes por estacas. Esto indica que esta especie forestal tiene una mayor capacidad de rebrotar por medio de estacas que las otras especies bajo estudio.

De acuerdo a Muñoz Sandino & Juárez Dávila (2016), en condiciones de vivero utilizando material vegetativo (estacas de madero negro), se obtiene, en promedio, 8.1 rebrotes por estacas a los cinco meses de haberse establecido. Este estudio obtuvo como resultado 10.2 rebrotes por estacas, 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, en concordancia con lo expuesto por Centeno Solórzano (1993).

Tabla 7
Comportamiento del crecimiento de rebrotes por estacas

Factores	Niveles	Combinación de los tratamientos
Factor a Especies forestales	a ₁ = Caobaa ₂ = Guapinol	T ₁ = a ₁ b ₁ (Caoba en bolsas)T ₂ = a ₁ b ₂ (Caoba a raíz desnuda)
	a ₃ = Nancitóna ₄ = Madero negroa ₅ = Leucaena	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 (Nancitón en bolsas)T ₆ = a ₃ b ₂ (Nancitón 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)
Factor b Tipos de siembra	b ₁ = Bolsa de polietileno b ₂ = A raíz desnuda	

Según los resultados obtenidos en la tabla 7, se observa que los tratamientos a₄b₁ (estacas de madero negro), a₃b₁ (estacas de nancitón), a₅b₁ (estacas de leucaena) y el tratamiento a₁b₁ (estacas de caoba) todos establecidos en bolsas de polietileno, mostraron los mejores comportamientos con 26.4, 25.60, 25.60 y 25.60 cm respectivamente. En la investigación realizada por Centeno Solórzano (1993), se caracteriza los rangos de 10 a 49.9 cm como “aceptable”, lo que indica que las estacas de estas especies establecidas en bolsas de polietileno tienden a tener un mayor crecimiento de rebrotes que cuando son establecidas a raíz desnuda.

En condiciones de vivero utilizando material vegetativo (estacas de madero negro), se obtiene a los cinco meses de haberse establecido un crecimiento promedio de rebrotes por estacas de 40.65 cm (Muñoz Sandino & Juárez Dávila, 2016). La investigación obtuvo como resultado 26.4 cm establecidas en bolsas de polietileno y 24.8 cm establecida a raíz desnuda.

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

CONCLUSIONES

Basado en los resultados de la investigación, se demuestra que las especies madero negro y leucaena establecidas en bolsas de polietileno

obtuvieron el mayor grado de sobrevivencia con 94.4% y 88.8 % respectivamente.

Respecto al crecimiento dasométrico, el madero negro y la leucaena establecidas en bolsas de polietileno, obtuvieron una altura de 28.8 cm y 28.25 cm, con diámetros de 9.3cm y 8.5 cm respectivamente.

Con relación al número de rebrotes, el madero negro en bolsas de polietileno obtuvo los mejores resultados con 10.2 rebrotes por estacas. Por otro lado, respecto al crecimiento, la caoba, el nancitón y la leucaena obtuvieron 25.60 cm siendo los mejores tratamientos, seguidos del madero negro con 26.4 cm.

El presente estudio recomienda al Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), así como otras entidades del sector forestal, considerar los resultados obtenidos de esta investigación para la formulación de futuros planes de reforestación mediante propagación vegetativa, dentro de los programas operativos de plantación. Esta medida contribuirá a mitigar el deterioro ambiental que afecta actualmente las áreas boscosas de nuestro país.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS

- Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) (2014) *Guía técnica manejo de vivero forestales*. <https://www.jica.go.jp/Resource/project/spanish/ecuador/001/materials/c8h0vm00008bcae4-att/manejo.pdf>
- Centeno Solórzano, M. (1993). *Inventario nacional de plantaciones forestales en Nicaragua* (tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria). RiUNA. <https://repositorio.una.edu.ni/877/1/tnk10c397.pdf>
- Duarte Aguilar, C. A. (2015). *Evaluación del comportamiento de dos especies forrajeras Marango (Moringa oleifera Lam.) y Leucaena (Leucaena leucocephala De Witt) en la fase de vivero en la Universidad Nacional Agraria, Managua*. (tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria). RiUNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3271/1/tnf01d812.pdf>
- Higuera, A. (1992). Efectividad de los modelos de Gardner-Eberhart y Griffing en la determinación de la importancia relativa de la varianza aditiva en un cruzamiento dialélico de ocho líneas de frijol Vigna unguiculata (L.)Walp. *Revista De La Facultad De Agronomía De La Universidad Del Zulia*, 9(2), 63-75. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/25937>
- Instituto Nacional Forestal (INAFOR) (2002). *Guía de especies forestales de Nicaragua* (1a ed.). Editora de Arte.
- Medina, M. G., García, D. E., Clavero, T., & Iglesias, J. M. (2007). Estudio comparativo de Moringa oleifera y Leucaena leucocephala durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia tropical*, 25(2), 83-93. <https://n9.cl/ra4v7>
- Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Muñoz Sandino, E. M., & Juárez Dávila, D. M. (2016). *Producción de forraje de dos especies, Marango (Moringa oleifera Lam.) y Leucaena (Leucaena leucocephala Lam. de Wit.) en un sistema de cercas vivas durante la época seca en la Finca Santa Rosa, UNA-Managua* (tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria). RiUNA. <https://repositorio.una.edu.ni/3390/1/tnk10m971.pdf>
- Rojas González, S., García Lozano, J. & Alarcón Rojas, M. (2004). *Propagación asexual de plantas: conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas*. Produmedios. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/17056>

- Sequeira Lazo, N. F., & Mendoza Laguna, E. M. (2005). *Evaluación de cuatro especies forestales establecidas como linderos maderables en la comunidad de Pacora en el municipio de San Francisco Libre, 2004* (tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria). RiUNA. <https://repositorio.una.edu.ni/1084/1/tnk10s480e.pdf>
- Zárate, R. S. (1987). *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, subsp. *glabrata*. *Phytologia*. Gruver, 63(4), 304-306. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/48961#page/4/mode/1up>
- Zobel, B., & Talbert, J. (1988). *Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales*. Limusa.

Información adicional

Para citar en APA: Mairena Bermúdez, Z. D., & Chacón López, O. A. (2025). Crecimiento y desarrollo en vivero de cinco especies forestales propagadas vegetativamente en dos sistemas de siembra. *Wani*, (82), e20714. <https://doi.org/10.5377/wani.v1i82.20714>

AmeliCA

Disponible en:

<https://portal.amelica.org/ameli/ameli/journal/921/9215376010/9215376010.pdf>

Cómo citar el artículo

Número completo

Más información del artículo

Página de la revista en portal.amelica.org

AmeliCA

Ciencia Abierta para el Bien Común

Zamer Danilo Mairena Bermúdez,

Oscar Antonio Chacón López

Crecimiento y desarrollo en vivero de cinco especies forestales propagadas vegetativamente en dos sistemas de siembra

Growth and development of five forest species propagated vegetatively in nursery in two planting systems

Wani, Revista del Caribe Nicaragüense

núm. 82, 2025

Bluefields Indian & Caribbean University, Nicaragua

lester.jarquin@bicu.edu.ni

ISSN: 1813-369X

ISSN-E: 2308-7862

DOI: <https://doi.org/10.5377/wani.v1i82.20714>