

Establecimiento de una plantación de nueve especies forestales con fines de rehabilitación de suelos degradados en la hacienda la Florencia en el Cantón y provincia de Loja

Thalia Paola Jiménez Cueva¹

thalia.p.jimenez@unl.edu.ec.

<https://orcid.org/0009-0001-7473-0570>

Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad
Nacional de Loja
Loja, Ecuador

Byron Gonzalo Palacios Herrera

byron.palacios@unl.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1998-5060>

Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad
Nacional de Loja
Loja, Ecuador

RESUMEN

Los problemas más impactantes de la degradación de suelos es el cambio de uso de suelo, como la apertura de áreas para usos agrícolas y pecuarios, esto es un factor que contribuye a la degradación. El objetivo fue restaurar el suelo degradado mediante la plantación de especies nativas. Se utilizó el método Miyawaki, que consiste en plantar especies muy cerca una de otra, para que exista competencia y acelere su crecimiento en altura, con un diseño en curvas de nivel. La evaluación de sobrevivencia se realizó en base a la relación entre el número de plantas establecidas y el número de plantas vivas encontradas en la medición. Se midieron las variables como diámetro basal y altura total, se evaluó el incremento medio y corriente semestral de las dos variables dasométricas, y se realizó un análisis de varianza. La sobrevivencia promedio de la plantación fue de 95,69%; la especie con mayor incremento medio semestral en altura total fue *Alnus acuminata* con 37,30 cm; en diámetro basal la especie con mayor incremento medio fue *Erythrina edulis* con 7,89 mm; mediante el análisis de varianza se pudo comprobar que a los seis meses de plantación existió diferencias estadísticamente significativas en su crecimiento.

Palabras clave: rehabilitación de suelos; método Miyawaki; incremento medio semestral; sobrevivencia.

¹ Autor principal

Correspondencia: thalia.p.jimenez@unl.edu.ec.

Establishment of a plantation of nine forest species for the purpose of rehabilitation of degraded soils in la hacienda la Florencia in the Canton and province of Loja

ABSTRACT

The most striking problems of soil degradation is the change in land use, such as the opening of areas for agricultural and livestock uses, this is a factor that contributes to degradation. The objective was to restore the degraded soil by planting native species. The Miyawaki method was used, which consists of planting species very close to each other, so that there is competition and accelerate their growth in height, with a contour design. The survival evaluation was carried out based on the relationship between the number of established plants and the number of live plants found in the measurement. Variables such as basal diameter and total height were measured, the average increase and biannual current of the two dasometric variables were evaluated, and an analysis of variance was performed. The average survival of the plantation was 95.69%; the species with the greatest half-yearly increase in total height was *Alnus acuminata* with 37.30 cm; In basal diameter, the species with the highest average increase was *Erythrina edulis* with 7.89 mm: by means of the analysis of variance it was possible to verify that six months after planting there were statistically significant differences in its growth.

Key words: *soil rehabilitation; miyawaki method; half-yearly average increase; survival.*

INTRODUCCIÓN

Una plantación forestal es un método de regeneración antrópico, que consiste en el establecimiento de árboles de la misma o diferente especie en la superficie que se desea repoblar (Rojas, 2001). Las plantaciones son un componente importante de la restauración a escala de paisaje; y pueden volver a poner en producción tierras degradadas y mejorar la provisión de servicios ecosistémicos: de abastecimiento, de regulación, de apoyo y culturales (Smith et al., 2019).

El suelo en su condición de uso primario es muy susceptible de recibir cualquier impacto que puede expresarse en diferentes formas de degradación, esto puede causar la pérdida irreversible del mismo, este impacto puede ser producido principalmente por tres causas: la ocupación, la contaminación y la sobreexplotación (López, 2002). Las principales causas de degradación del suelo en el Ecuador se encuentra la deforestación y la remoción de vegetación, así también las prácticas de sobrepastoreo causadas por una excesiva carga de ganado que afecta a la productividad del suelo. Además de estas causas, existen otras causas como la urbanización no planificada que también afecta el uso sostenible de este recurso (FAO, 2018).

La importancia de la recuperación de suelos degradados se basa en la funcionalidad de la pérdida del suelo, de esta manera recuperar su capacidad de infiltrar agua y acoger nutrientes, para restaurar posteriormente la vegetación leñosa, este a su vez actúe como motor de la restauración, formadora del suelo maduro y protectora de la degradación (Mongil y Paredes, 2008). Las plantaciones forestales con fines de restauración son parte de una estrategia para recuperar los terrenos degradados y la prevención de la erosión, así como para la reconversión de suelos desmontados con fines agrícolas y pecuarios al uso forestal (Flores et al., 2018).

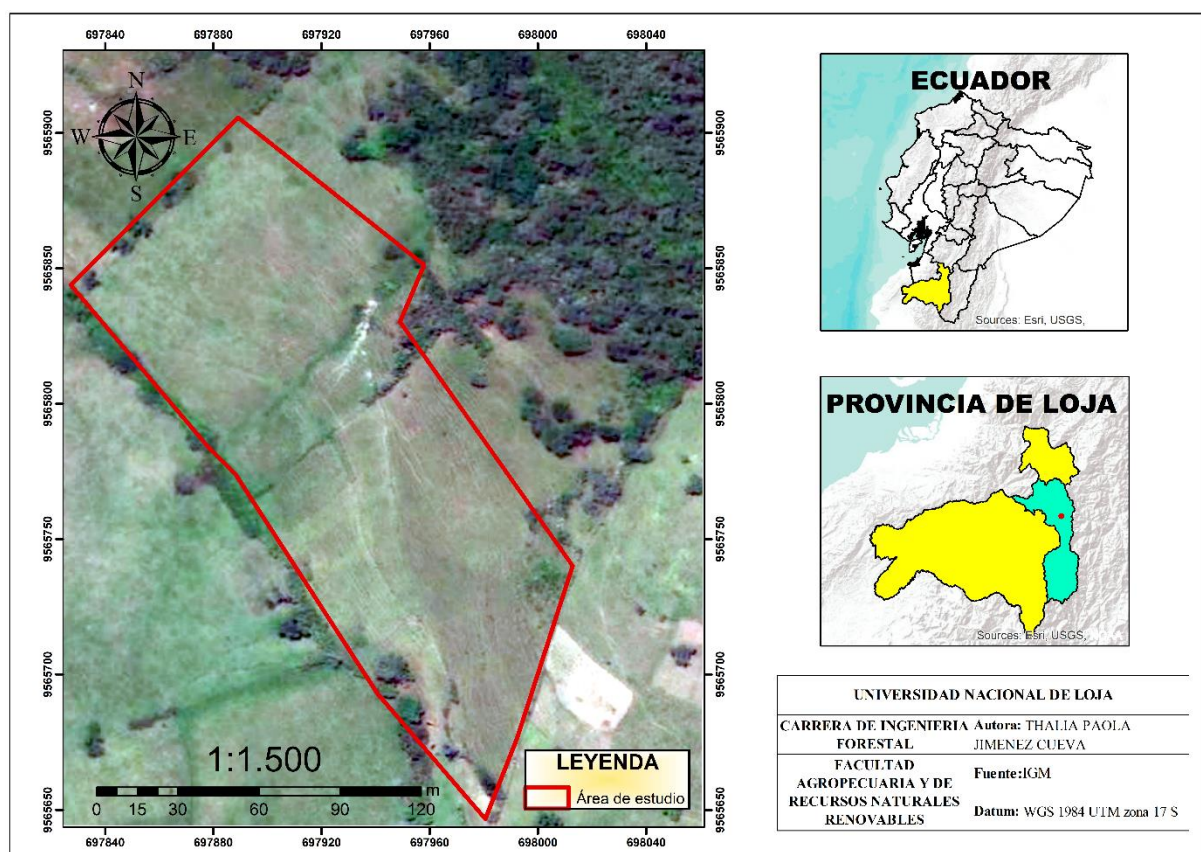
La rehabilitación de suelos ayuda a disminuir la degradación del mismo, principalmente la erosión, una de las formas de recuperar los suelos es mediante la reforestación, la plantación de árboles ayuda a la retención del suelo y son portadores de materia orgánica y a su vez generan bienes y servicios ecosistémicos (Comité Nacional Sistema Producto Oleaginosas, 2014). Además, se garantizará que se dé el uso adecuado al suelo.

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de un método y diseño de plantación en el crecimiento de las variables dasométricas de nueve especies forestales establecidas en suelos degradados en la hacienda La Florencia.

METODOLOGÍA

El área de estudio fue una área de potrero, ubicada en la hacienda “La Florencia”, que se localiza en el barrio Sauces Norte, parroquia Carigan, Cantón y Provincia de Loja, Ecuador, la hacienda tiene una superficie total de 107,94 ha, con un rango altitudinal de 2 024 a 2 800 m.s.n.m. con una temperatura que fluctúa de 18 °C a 20 °C (Vaca y Palacios, 2023).

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio



Procedimiento del establecimiento y medición de variables dasométricas

Método y diseño de plantación

En el marco de esta investigación, se llevó a cabo la aplicación del método propuesto por Miyawaki y Fujiwara (1988) para establecer especies forestales nativas en áreas de suelos degradados. Este enfoque se basa en el principio de la vegetación natural potencial, con el objetivo de restaurar la biodiversidad

y la funcionalidad del ecosistema. Para ello, se procedió al establecimiento de plántulas en un diseño a curvas de nivel, con una distancia de 2,5 metros por 2,5 metros entre cada planta y 5 metros entre las hileras. En total, se establecieron 627 individuos pertenecientes a nueve géneros y nueve especies distintas. La elección de especies forestales nativas se debe a su adaptación a las condiciones climáticas y edáficas de la región, lo que les confiere una mayor capacidad de supervivencia y crecimiento en comparación con especies exóticas. Así mismo, este método promueve la formación de un entorno similar al bosque natural, fomentando la interacción y la coexistencia entre las diferentes especies plantadas. El establecimiento de estas especies forestales nativas en suelos degradados es fundamental para la conservación de la biodiversidad y la restauración de los ecosistemas. Además, se espera que esta iniciativa contribuya a mejorar la calidad del suelo, reducir la erosión y proporcionar hábitats propicios para la fauna local. El monitoreo y seguimiento a largo plazo serán necesarios para evaluar el éxito de esta estrategia de restauración ecológica y sus efectos positivos en el medio ambiente.

Especies forestales utilizadas

En este estudio, se llevaron a cabo la selección de especies forestales con el objetivo de restaurar los suelos del área de estudio. Las especies seleccionadas para este propósito fueron las siguientes: *Lafoensia acuminata*, *Juglans neotropica*, *Tecoma stans*, *Jacaranda mimosifolia*, *Podocarpus oleifolius*, *Handroanthus chrysanthus*, *Erythrina edulis*, *Alnus acuminata* y *Ficus cuatrecasiana*. Estas especies se eligieron debido a su capacidad para mejorar la calidad del suelo y promover la biodiversidad en el área. Se recolectaron datos sobre el crecimiento, la supervivencia y otros parámetros relevantes para evaluar la efectividad de estas especies en la restauración de suelos.

Sobrevivencia de especies

La supervivencia fue determinada en base a la relación entre el número de plantas establecidas y el número de plantas vivas encontrada al momento de la medición. Se utilizó las categorías (Tabla 1) propuestas por Centeno (1993). Para el cálculo del porcentaje de supervivencia se utilizó la siguiente ecuación (Linares, 2005).

$$\% \text{ supervivencia} = \frac{P_v}{p_v + p_m} * 100$$

Dónde: **Pv:** plantas vivas.; **Pm:** plantas muertas.

Tabla 1.

Categoría para la evaluación de la sobrevivencia de las plantas

Categoría	Porcentaje de sobrevivencia
Muy bueno	80 – 100%
Bueno	60 – 79%
Regular	40 – 59%
Malo	< 40%

Fuente: Centeno (1993).

Evaluación de crecimiento de las variables dasométricas de las especies

Para la evaluación de las variables dasométricas: altura total y diámetro basal, se lo realizó a partir de tres mediciones, una medición inicial y dos mediciones posteriores cada tres meses. Para la medición de las variables dasométricas se utilizó la metodología propuesta por Francois (2019), que consiste en lo siguiente:

Ht (m)

Para evaluar la variable dasométrica altura total, se utilizó un flexómetro y se realizó desde el cuello de la raíz aproximadamente a 2 cm del nivel del suelo, hasta el ápice (meristemo apical) de cada individuo.

Db (mm)

Para la medición del diámetro basal mm, se utilizó un escalímetro digital, y se midió en el cuello de la raíz aproximadamente a 2 cm del nivel del suelo.

Evaluación del incremento de las variables dasométricas

Siguiendo la metodología de Francois (2019), se calculó el incremento tanto para la variable altura total como diámetro basal para cada especie, tomando como referencia las medidas iniciales (cero meses). Los incrementos de altura y de diámetro basal se calcularon a partir de las diferencias entre la altura y el diámetro basal (final–inicial). Para el cálculo del incremento de las variables dasométricas se aplicó las siguientes fórmulas (Tabla 2).

Tabla 2.

Fórmulas para el cálculo del incremento medio y corriente semestral

Incremento en Altura	Fórmula	Variable
Incremento medio semestral (IMS)	$IMS (h\ cm) = \frac{h\ (cm)}{t}$	IMS (h)= Incremento Medio semestral de altura h= Altura promedio t= Edad de la plantación
Incremento corriente semestral (ICS)	$ICS = h\ (cm)_{(t+1)} - h\ (cm)_t$	ICS= Incremento corriente semestral Y= Dimensión de la variable considerada (altura) t= Edad
Incremento en Diámetro	Fórmula	Variable
Incremento medio semestral (IMS)	$IMS (Db) = \frac{Db\ (mm)}{t}$	IMS (DB)= Incremento Medio semestral de diámetro basal DB= diámetro basal promedio t= Edad de la plantación
Incremento corriente semestral (ICS)	$ICS = Db\ (mm)_{(t+1)} - Db\ (mm)_t$	ICS= Incremento corriente semestral DB= Dimensión de la variable considerada (diámetro basal) t= Edad

Juárez, 2014

Análisis estadístico de datos

Para comparar el crecimiento de las especies se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y pruebas de comparación de medias (TUKEY) con un nivel de significancia de 0,05% de error para comparar el crecimiento (Db Ht) entre las diferentes especies, y así poder determinar el efecto de potencial de crecimiento que desarrollaron las especies forestales a los seis meses de plantación en suelos degradados de la hacienda La Florencia. Los análisis estadísticos se efectuaron en el programa InfoStat/Profesional 2022.

RESULTADOS Y DISCUSION

Sobrevivencia de especies

En la Tabla 3 se muestra que, durante los primeros seis meses de evaluación de la plantación, todas las nueve especies forestales presentaron una sobrevivencia clasificada como "muy buena", con un rango de 80% a 100%. Destaca que *J. mimosifolia* y *T. stans* lograron el mayor porcentaje de sobrevivencia, alcanzando un 100%. Resultados previos respaldan estos hallazgos, ya que Ramírez, Velásquez y Acosta (2007) mencionaron que *J. mimosifolia*, al añadirle biosólidos a los individuos y utilizar un tratamiento testigo, logró una sobrevivencia del 100% a los tres meses de medición. Por otro lado, Guerra (2012) informó que *T. stans*, en dos áreas afectadas por la erosión, presentó un porcentaje de sobrevivencia del 26.6% en el sitio uno y del 29.7% en el sitio dos después de un año de plantación. Es importante resaltar que los resultados obtenidos en nuestra investigación son superiores a los mencionados anteriormente, lo que indica un mejor desempeño de las especies estudiadas en este contexto particular.

Tabla 3.

Porcentaje de sobrevivencia de nueve especies nativas desde los cero a seis meses de plantación

Nombre científico	N° de individuos plantados	N° de individuos vivos	N° de individuos muertos	% de sobrevivencia
<i>Erythrina edulis</i> Micheli	135	125	10	92,59 %
<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb	130	126	4	96,92 %
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	80	77	3	96,25 %
<i>Lafoensia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) DC.	56	53	3	94,64 %
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D.Don	61	61	0	100 %
<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	50	50	0	100 %
<i>Ficus cuatrecasiana</i> Dugand	50	49	1	98,00 %
<i>Juglans neotropica</i> Diels	34	30	4	88,24 %
<i>Handroanthus chrysanthus</i> (Jacq.) S.O. Grose	31	29	2	93,55 %
Promedio de sobrevivencia de la plantación				95,69 %

Evaluación del crecimiento de las variables dasométricas

Evaluación del crecimiento de altura total

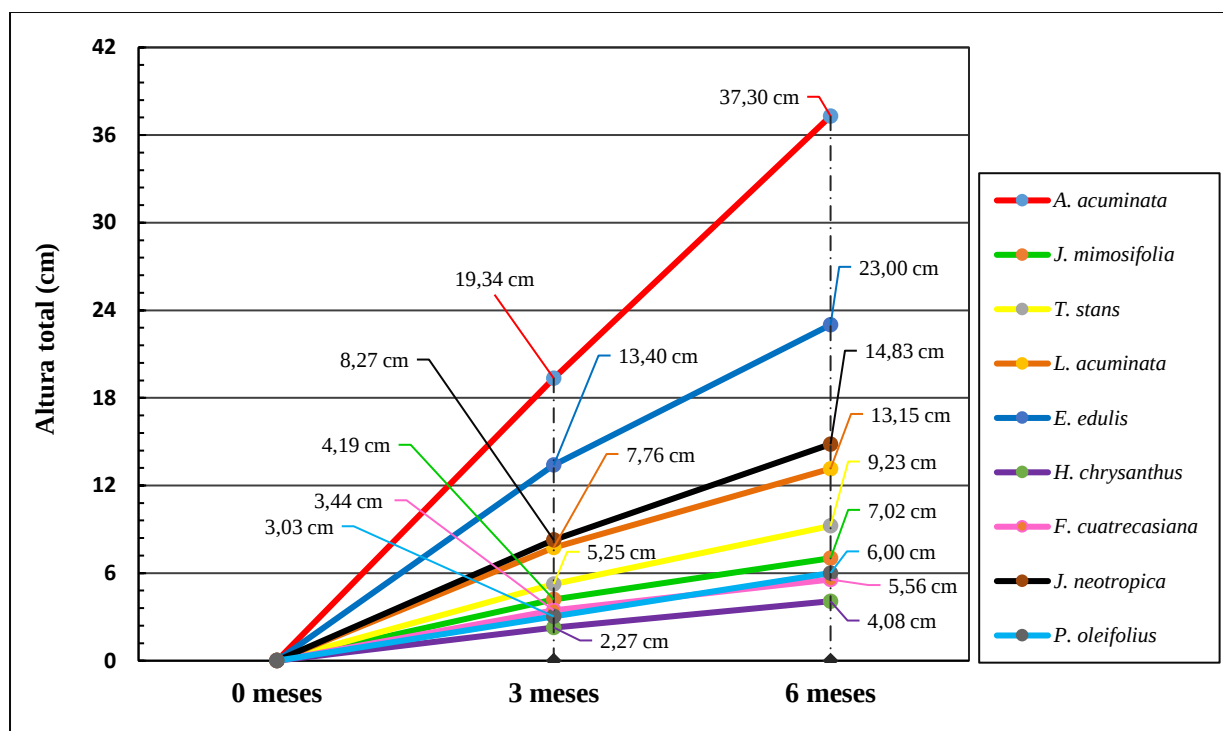
En este estudio, se evaluó el crecimiento de altura total de nueve especies forestales en un período de seis meses después de la plantación. Los resultados se presentan en la Figura 2. Se observó que dos especies mostraron los incrementos más altos en altura. La especie *A. acuminata* registró un incremento de altura de 37,30 cm, seguida de cerca por *E. edulis* con 23 cm. Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Sarmiento (2014), quien también informó que *E. edulis* presentó un incremento en altura de 23,5 cm en el primer año de evaluación.

En contraste, *H. chrysanthus* mostró el menor incremento en altura, con un valor de 4,08 cm. Es importante destacar que *H. chrysanthus* es una especie de crecimiento medio. Sin embargo, se observó que *P. oleifolius*, una especie de crecimiento lento, obtuvo un incremento mayor de 6 mm en altura. Estos hallazgos sugieren que *P. oleifolius* tiene una capacidad sorprendente de adaptación y crecimiento, incluso en condiciones desfavorables. Esto se alinea con la información proporcionada por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (2020), que indica que *P. oleifolius* tiene una dependencia relativamente baja de la calidad química y física del suelo, y puede crecer en pendientes superiores al 50%. Por lo tanto, esta especie se posiciona como una excelente opción para la restauración ecológica y los programas de reforestación destinados al control de la erosión y la protección de los suelos y las aguas.

Estos resultados destacan la importancia de seleccionar cuidadosamente las especies forestales para proyectos de reforestación y restauración. La elección de especies con un buen crecimiento en altura puede tener un impacto significativo en el éxito a largo plazo de estos proyectos. Además, la inclusión de especies como *P. oleifolius*, que muestran un crecimiento sorprendente a pesar de las condiciones adversas, puede ser fundamental para enfrentar desafíos ambientales y promover la resiliencia de los ecosistemas forestales.

Figura 2.

Incremento de Altura total de cero a seis meses de plantación de nueve especies forestales

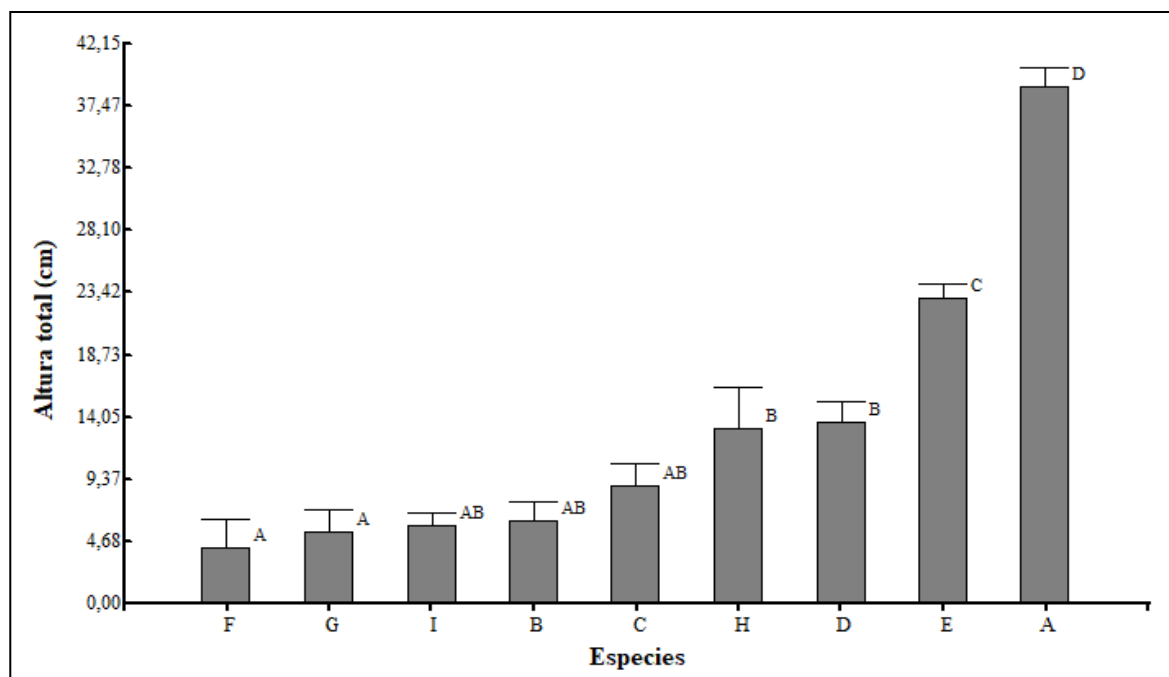


Análisis estadístico de Incremento medio semestral de altura total

A continuación, en la figura 5, se puede observar el incremento medio semestral en altura total de las nueve especies evaluadas a los seis meses, siendo *A. acuminata* la especie que sobresalió del resto, con un incremento en altura de 37,30 cm; resultados que son inferiores a los encontrados por Salazar (2018), quien menciona que *A. acuminata* en un sistema silvopastoril a la edad de 17 meses, presentó un incremento medio en altura de 247,64 cm; así mismo, cabe mencionar que la especie con menor incremento en altura fue *H. chrysanthus* con 4,08 cm a los seis meses de evaluación; sin embargo el incremento de esta especie fue inferior a los resultados presentados por Palomeque et al (2020), quien menciona que, en un área de pastizal, los individuos reportaron un incremento de 14,83 cm.

Figura 3

Incremento de altura total de nueve especies forestales a los primeros seis meses de plantación



Nota: Las especies se encuentran codificadas donde, A= *A. acuminata*; B= *J. mimosifolia*; C= *T. stans*; D= *L. acuminata*; E= *E. edulis*; F= *H. chrysanthus*; G= *F. cuatrecasiana*; H= *J. neotropica*; I= *P. oleifolius*. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P>0,05$).

Con el análisis de varianza se comprobó que, entre las medias del incremento en altura total, existe diferencia estadística significativa entre las especies forestales establecidas en la hacienda La Florencia, ya que p valor ($<0,0001$) es inferior al nivel de significancia, *A. acuminata* y *E. edulis* presentaron diferencias estadísticas entre ellas y al resto de especies; sin embargo, *L. acuminata*, *J. neotropica*, *T. stans*, *J. mimosifolia* y *P. oleifolius* presentaron similitud en su crecimiento, de igual manera entre *H. chrysanthus*, *F. cuatrecasiana*, *P. oleifolius*, *J. mimosifolia* y *T. stans* no se reflejó diferencias significativas.

Evaluación del crecimiento de diámetro basal

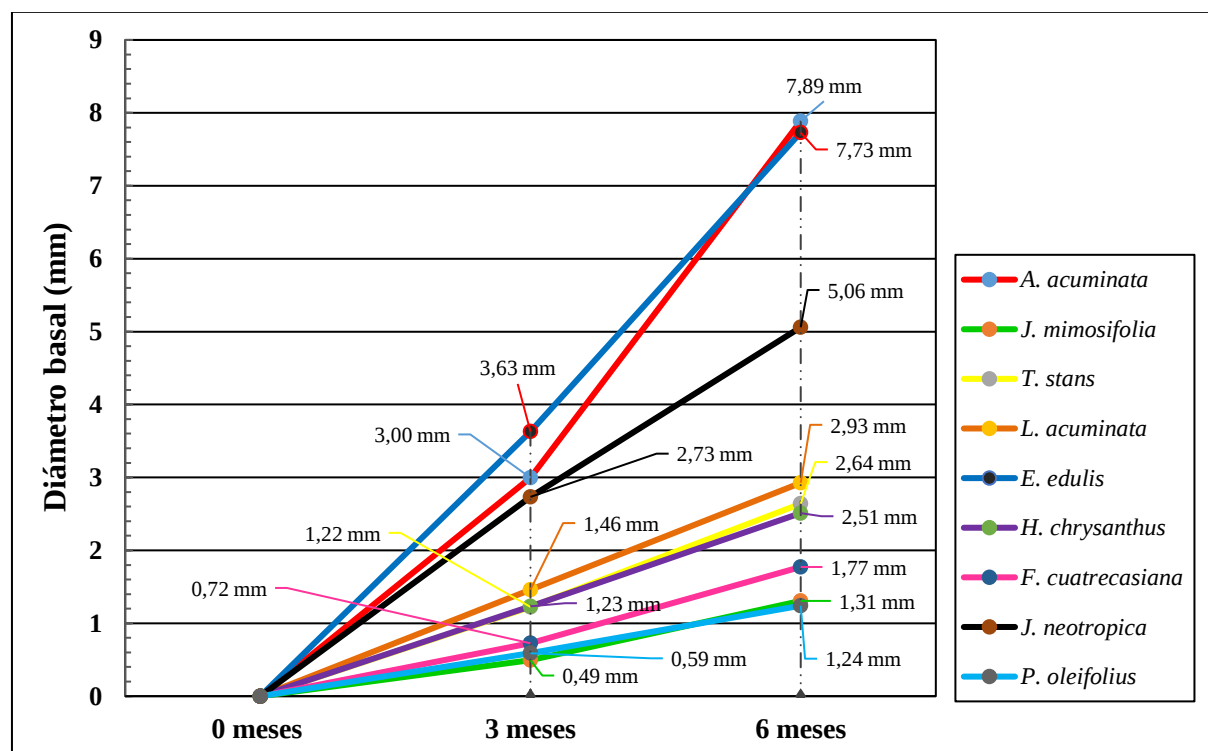
Como se puede observar en la figura 6, se muestra el incremento en diámetro basal (mm) de las nueve especies plantadas de cero a los seis meses de evaluación, con un total de tres mediciones cada tres meses. *A. acuminata* y *E. edulis* sobresalieron del resto de especies, *A. acuminata* con 7, 89 mm y *E.*

edulis con 7,73 mm; mientras que, la especie con menor incremento fue *P. oleifolius*, con 1,24 mm de diámetro basal, teniendo en cuenta que esta es una especie de lento crecimiento.

Se puede mencionar que en el caso de *Jacaranda mimosifolia*, a pesar de ser una especie de rápido crecimiento fue una de las especies con los incrementos más bajos con un 1,31 mm en diámetro basal; sin embargo, Ramírez, Velásquez y Acosta (2007) mencionan en su estudio que *Jacaranda mimosifolia*, a los tres meses de plantación obtuvo un incremento de 1,47 mm.

Figura 4.

Incremento en diámetro basal de cero a seis meses de plantación de nueve especies forestales



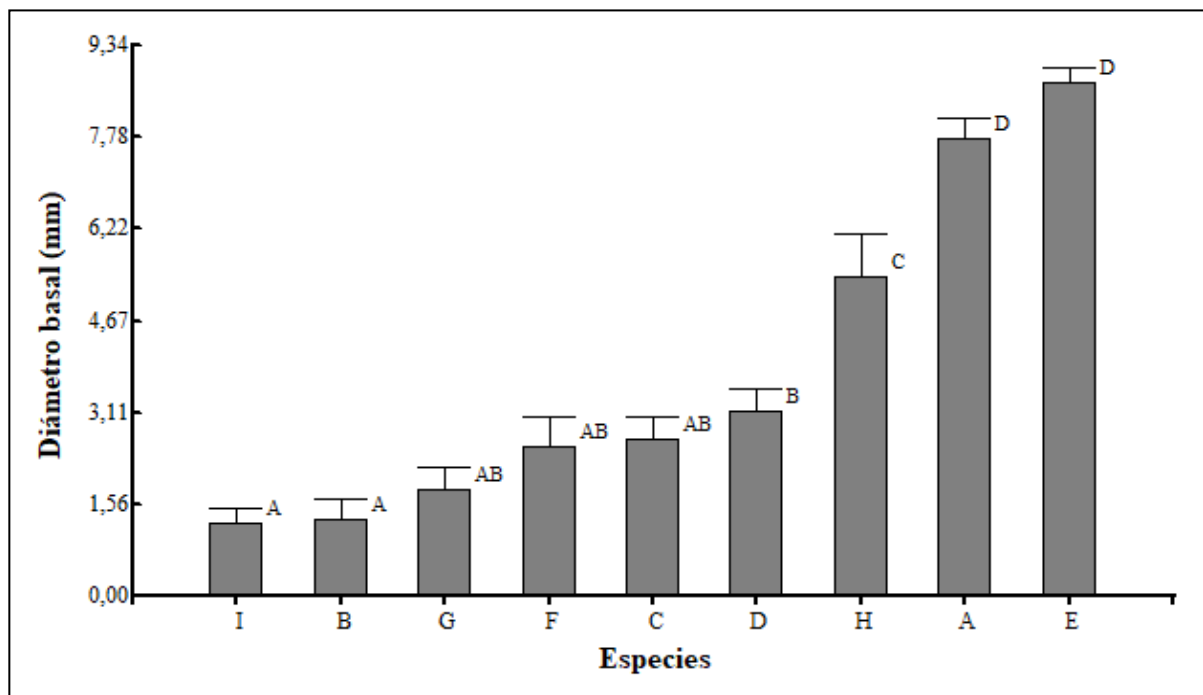
Análisis estadístico del Incremento medio semestral de diámetro basal.

Como se puede observar en la figura 9, a los seis meses de evaluación, la especie con mayor incremento en diámetro basal fue *A. acuminata* con 7,89 mm; sin embargo Salazar (2018) menciona que a la edad de 17 meses de plantación en un sistema silvopastoril *A. acuminata* obtuvo un incremento de diámetro basal de 3,61 cm. En la presente investigación *E. edulis* presentó un incremento de 7,73 mm; mientras que Dota y Gonzales (2019) mencionan que *E. edulis* en suelos degradados por el uso exclusivo de pastoreo, plantaron individuos con y sin mantillo, el monitoreo se realizó por siete meses, el incremento en diámetro basal fue de 0,3 mm para los individuos con mantillo y los individuos sin mantillo

presentaron menor crecimiento promedio con 0,1 mm. Mientras que, la especie con menor crecimiento fue *P. oleifolius* con 1,24 mm; sin embargo, esta es una especie de lento crecimiento; por lo que, se considera normal que crezca mucho más lento que las otras especies.

Figura 5.

Incremento en diámetro basal de nueve especies forestales a los primeros seis meses de plantación



Nota: Las especies se encuentran codificadas donde, A= *A. acuminata*; B= *J. mimosifolia*; C= *T. stans*; D= *L. acuminata*; E= *E. edulis*; F= *H. chrysanthus*; G= *F. cuatrecasiana*; H= *J. neotropica*; I= *P. oleifolius*. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($P > 0,05$).

Respecto al análisis de varianza y la prueba de comparación Tukey se comprobó que, entre las medias del incremento en diámetro basal existe diferencia estadísticamente significativa entre las especies establecidas en la hacienda La Florencia, ya que p valor ($< 0,0001$) es inferior al nivel de significancia, se demostró que, *E. edulis* y *A. acuminata* presentaron mayor incremento en diámetro basal y son estadísticamente diferentes al resto de especies. Mientras que, el incremento de *L. acuminata* es significativamente diferente con *P. oleifolius* y *J. mimosifolia*; sin embargo, el incremento de estas dos especies es estadísticamente diferentes con *F. cuatrecasiana*, *T. stans* y *H. chrysanthus*, siendo *J. neotropica* la especie que presentó un incremento significativamente diferente a las ocho especies.

CONCLUSIONES

El método Miyawaki permite realizar una selección más apropiada de las especies forestales potenciales de una determinada área, ya que considera los gremios ecológicos para la asociación de las especies, bajo un diseño de plantación establecido.

La plantación de las nueve especies forestales, alcanzó a la edad de seis meses, un alto porcentaje de sobrevivencia del 95,69%; por lo que, se puede deducir que el método y diseño de plantación utilizado, permitió la recuperación de áreas degradadas y hace que el proyecto sea viable en su etapa inicial de plantación.

Alnus acuminata y *Erythrina edulis* fueron las especies que presentaron los mayores incrementos en altura total (37,30 cm y 23 cm, respectivamente) y diámetro basal (7,89 mm y 7,73 mm, respectivamente) a los seis meses de plantación, por ser especies de rápido crecimiento, lo que origina ciertas diferencias con las otras especies forestales, que presentaron un crecimiento medio y lento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Familia Mora Ordoñez dueños de la Hacienda La Florencia, por su importante colaboración al haber brindado el espacio para la realización del estudio.

REFERENCIAS

- Centeno, M. (1993). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Managua.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR. (2020). Plan de Manejo y Conservación del *Podocarpus oleifolius* D. Don Ex Lamb (*Podocarpus oleifolius*) en la jurisdicción CAR. 98. Recuperado de <https://www.car.gov.co/uploads/files/606359de22c56.pdf>
- Comité Nacional Sistema Producto Oleaginosas. (2014). La importancia de rehabilitar suelos dañados. Recuperado de http://www.oleaginosas.org/art_536.shtml
- Dota, G., y Gonzales, J. (2019). Análisis de crecimiento y supervivencia de especies nativas en corredores forestales, dentro de programas silvopastoriles, en dos parroquias del cantón Azogues. Universidad Del Azuay.
- FAO. (2018). *Comprometiendo la seguridad alimentaria*. Recuperado de

- <https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1141396/#:~:text=Entre las principales causas de,a la productividad del suelo.>
- Francois, S. (2019). “Evaluación de la sobrevivencia y crecimiento de especies forestales nativas (Cedrela montana y Oreocallis grandiflora) a los 16 y 22 meses de plantación bajo diferentes arreglos silvopastoriles en el pastizal de la granja del Romeral”. Universidad de Cuenca
- Flores, H. J. M., Reyes, J. T. S., Sánchez, A. R., Cárdenas, M. G., Quiroz, D. C., y Reyes, F. C. (2018). Áreas potenciales para plantaciones forestales con Brosimum alicastrum Sw., con fines de restauración. *Scielo*, 9, 1-14.
- Guerra, Z. (2012). Evaluación del crecimiento inicial de la Tara (Caesalpinia spinosa M. yK), Molle (Shinus molle L.) y Cholan (Tecoma stans L.) aplicando retenedores de agua, en Priorato (Universidad Técnica del Norte). Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1980/1/03 FOR 200 TESIS.pdf>
- Juárez, Y. (2014). *Dasometría apuntes de clase y guía de actividades prácticas* (1.a ed.). Bolivia.
- Linares, E. (2005). Instructivo para determinar la supervivencia en plantaciones forestales (Instrucción Técnica No. 6). MINAG, 3-14.
- López, R. (2002). *Degradación del Suelo: causas, procesos, evaluación e investigación*. Recuperado de <http://www.serbi.ula.ve/serbiula/libros-electronicos/Libros/degradacion/pfd/librocompleto.pdf>
- Miyawaki, A., y Fujiwara, K. (1988). Restoration of Natural Environment by Creation of environmental Protection Forest in Urban Areas. *Bull. Inst. Environ. Sci. Technol., Yokohama Natn. Univ.* 15;95-102 (1988).
- Mongil, J., y Paredes, A. M. D. A. (2008). *Restauración de los suelos y de la vegetación en la lucha contra la desertificación*.
- Palomeque, X., Günter, S., Hildebrandt, P., Stimm, B., Aguirre, N., y Weber, M. (2020). Reforestacion con especies nativas y exóticas: caso del valle de San Francisco, Zamora Chinchipe. *ResearchGate*, 16-26.
- Ramirez, R., Velásquez, D., y Acosta, E. (2007). Efecto de la aplicación de biosolidos en el crecimiento de Jacaranda mimosifolia (Gualanday) y en las condiciones físicas y químicas de un suelo

degradado. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 60(1), 60

Rojas, F. (2001). Plantaciones Forestales (2.a ed.). Editorial Universidad Estatal a Distancia.

Sarmiento, N. (2014). Evaluación de las plantaciones forestales protectoras establecidas por la Corporación Autónoma Regional De Chivor Corpochivor Mediante el programa de usuarios menores asociados –UMA-, En los municipios de Campohermoso, Garagoa y Chinavita años 2011, 2012. Universidad Nacional Abierta Y A Distancia Unad.

Salazar, J. (2018). “Evaluación del crecimiento del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) y su influencia en un sistema silvopastoril ubicado en la parroquia El Carmelo provincia del Carchi”. Universidad Politécnica Estatal Del Carchi.

Smith, P., Muys, B., Bozzano, M., Drössler, L., Farrelly, N., Jactel, H., ... Orazio, C. (2019). Plantation forests in Europe : challenges and opportunities.

Vaca Llivigañay J. A., y Palacios Herrera, B. G. (2023). Estructura, productividad de madera y regeneración natural de *Juglans neotropica* Diels en la Hacienda la Florencia del Cantón y provincia de Loja. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 1640-1655. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5430