








Research Article





Influencia del manejo de arvenses y la variabilidad de sitio sobre el crecimiento diamétrico de plantaciones de *Tectona grandis* L. f. y *Gmelina arborea* Roxb. en el Litoral Ecuatoriano





*The Influence of Weed Management and Site Variability on Diameter Growth in Plantations of *Tectona grandis* L. f. and *Gmelina arborea* Roxb. on the Ecuadorian Coast*

 Jiménez-Romero, Edwin Miguel ¹
 <https://orcid.org/0000-0002-7411-8189>
 ejimenez@uteq.edu.ec
 Ecuador, Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo

 Crespo-Gutiérrez, Rommel Santiago ²
 <https://orcid.org/0000-0002-4013-6362>
 rcrespo@uteq.edu.ec
 Ecuador, Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo

 Sánchez-Fonseca Carlos Luis ³
 <https://orcid.org/0000-0003-3215-8358>
 csanchezf@uteq.edu.ec
 Ecuador, Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo

 Patiño-Uyaguari, Javier Leonardo ⁴
 <https://orcid.org/0000-0001-7636-6197>
 jpatinou@uteq.edu.ec
 Ecuador, Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo

 Arce-Zambrano, Nathaly Dariana ⁵
 <https://orcid.org/0009-0000-6365-750X>
 narcez@uteq.edu.ec
 Ecuador, Quevedo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Autor de correspondencia ¹



DOI / URL: <https://doi.org/10.69484/rcz/v5/n2/194>

Resumen: La presente investigación evaluó el efecto de tres tratamientos de control de arvenses —sin manejo, control mecánico y control químico-mecánico— sobre el incremento diamétrico de plantaciones de *Tectona grandis* y *Gmelina arborea* establecidas en nueve localidades del Litoral ecuatoriano. Para ello, se implementaron 57 unidades de muestreo de 3000 m², subdivididas en parcelas de 1000 m² en las que se aplicaron los diferentes tratamientos; 24 unidades correspondieron a *G. arborea* y 33 a *T. grandis*. El seguimiento se realizó durante un año mediante mediciones periódicas de circunferencia a 1,30 m de altura, utilizando un sistema de codificación para la identificación y monitoreo de las parcelas. Los datos fueron analizados bajo un diseño completamente al azar con parcelas divididas, cuatro repeticiones y un nivel de confianza del 95%, considerando como fuentes de variación los tratamientos y los sitios de evaluación. Los resultados del análisis de varianza evidenciaron que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados de control de arvenses respecto al incremento diamétrico, mientras que se observaron diferencias significativas entre localidades. En consecuencia, el manejo de arvenses no presentó un efecto significativo sobre el crecimiento diamétrico de las plantaciones evaluadas en la zona central del Litoral ecuatoriano.

Palabras clave: crecimiento forestal, manejo silvicultural, clases diamétricas, control de arvenses. incremento diamétrico.



Check for updates

Recibido: 07/Abr/2026
Aceptado: 06/May/2026
Publicado: 31/May/2026

Cita: Jiménez-Romero, E. M., Crespo-Gutiérrez, R. S., Sánchez-Fonseca, C. L., Patiño-Uyaguari, J. L., & Arce-Zambrano, N. D. (2026). Influencia del manejo de arvenses y la variabilidad de sitio sobre el crecimiento diamétrico de plantaciones de *Tectona grandis* L. f. y *Gmelina arborea* Roxb. en el Litoral Ecuatoriano. *Revista Científica Zambos*, 5(2), 321-335. <https://doi.org/10.69484/rcz/v5/n2/194>

Ecuador, Santo Domingo, La Concordia
Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas – Sede Santo Domingo
Revista Científica Zambos (RCZ)
<https://revistaczambos.utelvtsd.edu.ec>

Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la [Licencia Creative Commons, Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).



Abstract:

This research evaluated the effect of three weed control treatments—no management, mechanical control, and chemical-mechanical control—on the diameter increment of *Tectona grandis* and *Gmelina arborea* plantations established in nine locations along the Ecuadorian Coast. A total of 57 sampling units of 3,000 m² were established and subdivided into 1,000 m² plots where the different treatments were applied; 24 units corresponded to *G. arborea* and 33 to *T. grandis*. Monitoring was conducted over one year through periodic circumference measurements taken at 1.30 m above ground level, using a coding system for plot identification and monitoring. The data were analyzed under a completely randomized split-plot design with four replications and a 95% confidence level, considering treatments and evaluation sites as sources of variation. The analysis of variance revealed no significant differences among the applied weed control treatments regarding diameter increment; however, significant differences were observed among locations. Consequently, weed management did not exert a significant effect on the diameter growth of the evaluated plantations in the central region of the Ecuadorian Coast.

Keywords: forest growth, silvicultural management, diameter classes, weed control, diameter increment.

1. Introducción

Ecuador posee condiciones ambientales y geográficas favorables para el desarrollo de plantaciones forestales comerciales, lo que ha permitido la expansión de especies de rápido crecimiento como *T. grandis* y *G. arborea*, consideradas entre las más importantes para la producción maderera del país (Cabrera-Verdesoto et al., 2024; Navarrete, 2021). Estas especies representan una parte significativa de la superficie forestal plantada formando parte de los sistemas de producción destinados al abastecimiento industrial y al aprovechamiento sostenible de los recursos forestales. A nivel internacional, las plantaciones forestales también han incrementado su relevancia, debido a su contribución a la generación de madera y la reducción de la presión sobre los bosques naturales (Canales & Meza, 2021).

A pesar de los beneficios productivos que ofrecen estas plantaciones, uno de los principales factores que limitan su crecimiento durante las primeras etapas de desarrollo es la presencia de arvenses. Estas especies vegetales compiten directamente con los árboles por recursos esenciales como agua, luz, nutrientes y espacio, afectando el incremento diamétrico y la productividad de las plantaciones (Jiménez-Romero et al., 2020). La problemática se intensifica en los primeros años de establecimiento, cuando los árboles aún presentan un desarrollo limitado y menor capacidad competitiva frente a la vegetación invasora.

Según Burgos (2020) se consideran arvenses a todas las plantas superiores que crecen junto o sobre las plantas cultivadas, lo que puede afectar negativamente su crecimiento y productividad. Las arvenses poseen características morfológicas y fisiológicas que les permiten adaptarse rápidamente al medio y aprovechar eficientemente los recursos disponibles. Entre sus principales ventajas se encuentran la rápida germinación, el amplio desarrollo foliar y sistemas radiculares capaces de absorber agua y nutrientes con alta eficiencia (Hernández, 2017). Estas condiciones favorecen su permanencia y expansión en las plantaciones forestales, generando efectos negativos sobre el crecimiento de los árboles y aumentando las necesidades de mantenimiento silvicultural.

El crecimiento diamétrico de las especies forestales tropicales como *T. grandis* y *G. arborea* está influenciado por la competencia interespecífica generada por la vegetación arvense, así como por factores ecofisiológicos y edafoclimáticos asociados a la variabilidad de sitio. La disponibilidad de agua, nutrientes, radiación y calidad del suelo condiciona significativamente la dinámica de crecimiento y productividad forestal, especialmente en plantaciones tropicales bajo manejo silvicultural intensivo (Clement et al., 2023; López-Aguirre et al., 2024). En ese sentido, los modelos de crecimiento y las evaluaciones dasométricas permiten comprender la respuesta estructural de las plantaciones frente a diferentes estrategias de manejo forestal.

Sin embargo, diversos estudios señalan que no toda la vegetación acompañante resulta perjudicial para las plantaciones forestales. Algunas especies pueden contribuir a la conservación de humedad del suelo, reducción de la evapotranspiración, regulación térmica y reciclaje de nutrientes, aportando beneficios ecológicos al ecosistema forestal (Donoso et al., 2007). Por ello, el manejo de arvenses debe orientarse a estrategias integradas que permitan reducir los impactos ambientales y optimizar las labores de control, especialmente en sistemas donde tradicionalmente se utilizan tratamientos químico-mecánicos de forma intensiva.

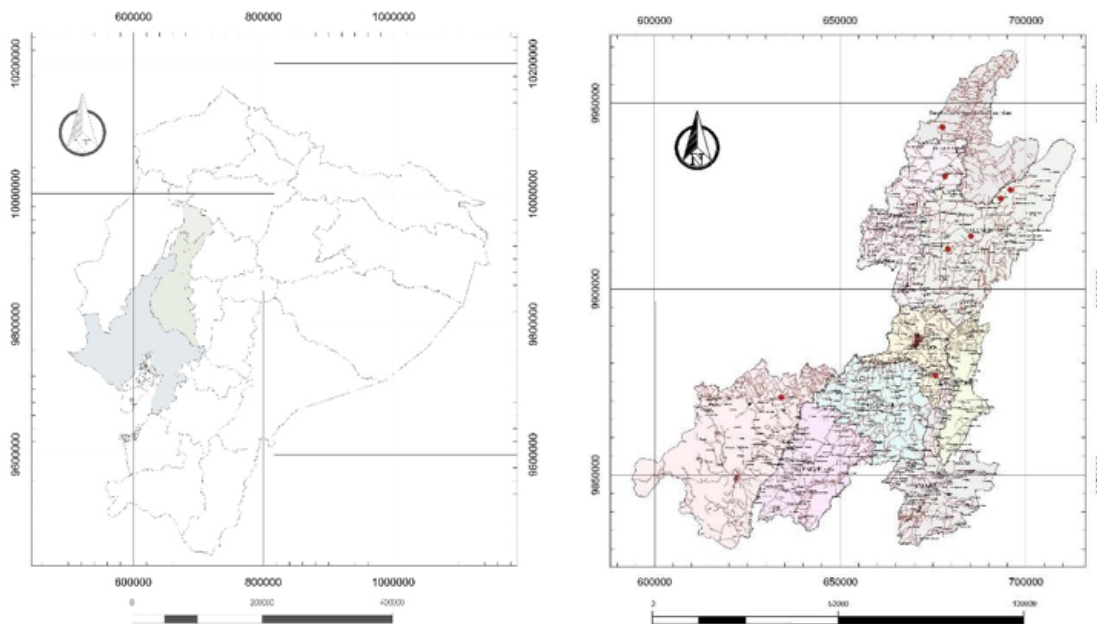
En este contexto, la presente investigación evaluó el efecto de tres tratamientos de manejo de arvenses —sin manejo, control mecánico y control químico-mecánico— sobre el incremento diamétrico de plantaciones de *T. grandis* y *G. arborea* pertenecientes al grupo empresarial ENDESA-BOTROSA, ubicadas en nueve localidades del Litoral ecuatoriano. El estudio se desarrolló mediante el seguimiento periódico de la variable diámetro en diferentes periodos de evaluación, con el propósito de determinar diferencias significativas entre tratamientos y generar información técnica que contribuya al manejo sostenible de plantaciones forestales en la región.

2. Metodología

Las plantaciones forestales de *T. grandis* y *G. arborea* evaluadas se localizaron en propiedades pertenecientes al grupo empresarial ENDESA-BOTROSA, estratégicamente distribuidas en las provincias de Los Ríos, Guayas y Santo Domingo de los Tsáchilas, dentro de los cantones Quevedo, Valencia, Balzar, Buena Fe y Santo Domingo, en la región del Litoral ecuatoriano. Las áreas experimentales comprendieron los sitios San Carlos, El Vergel, San Pedro, Yurac Yacu, La Palma, Toachi, Lulo de la Minga y Amanda, cuya delimitación espacial fue realizada mediante coordenadas UTM. Las localidades ubicadas en la provincia de Los Ríos presentaron coordenadas promedio aproximadas de 684188 m Este y 9911083 m Sur, mientras que los sitios de la provincia del Guayas registraron valores medios cercanos a 634078 m Este y 9870818 m Sur; las áreas evaluadas en Santo Domingo de los Tsáchilas presentaron coordenadas promedio de 677595 m Este y 9943400 m Sur (Figura 1).

Figura 1

Ubicación espacial de las plantaciones de T. grandis y G. arborea evaluadas en las provincias de Los Ríos, Guayas y Santo Domingo de los Tsáchilas, en la zona central del Litoral Ecuatoriano



Nota: (Autores, 2026).

Las localidades evaluadas presentaron condiciones edafoclimáticas representativas de las zonas de producción forestal tropical del Litoral ecuatoriano, caracterizadas por una elevada aptitud para el establecimiento de especies forestales de rápido crecimiento. La provincia de Los Ríos se distinguió por un clima tropical húmedo de régimen monzónico, con temperaturas medias anuales entre 24 y 28 °C y una marcada estacionalidad pluviométrica que oscila entre 2000 y 2500 mm anuales, condiciones que favorecen tanto el desarrollo de plantaciones forestales y proliferación de vegetación arvense (Llerena, 2020).

En la provincia del Guayas predominaron ambientes subhúmedos y húmedos con temperaturas que superan los 24 °C durante todo el año, con variabilidad en la disponibilidad hídrica estacional muy marcada entre 500 a 3000 mm, situación que influyó directamente sobre la dinámica de crecimiento de la vegetación acompañante y las prácticas de manejo silvicultural implementadas. Por su parte, Santo Domingo de los Tsáchilas presentó condiciones cálidas y altamente húmedas, con precipitaciones anuales entre 3000 y 4000 mm, humedades relativas superiores al 90% y una importante diversidad microclimática derivada de su ubicación en la zona de transición entre la cordillera andina y la región Costa (Antequera, 2012).

La investigación se desarrolló bajo un enfoque diagnóstico-experimental, mediante la aplicación de un método deductivo, experimental y analítico orientado a evaluar el efecto de tres tratamientos de manejo de arvenses: sin manejo, control mecánico y control químico-mecánico sobre el incremento diamétrico de plantaciones de *T. grandis* y *G. arborea* establecidas en diferentes localidades de las provincias de Los Ríos, Guayas y Santo Domingo de los Tsáchilas. El estudio permitió integrar y analizar información dasométrica obtenida en distintos periodos de evaluación, considerando la interacción entre la vegetación arvense y las especies forestales en condiciones reales de campo.

Diseño de Investigación

Se establecieron 57 unidades de muestreo (UM) de forma rectangular con una superficie de 3000 m² y dimensiones de 94,86 m × 31,62 m, orientadas en dirección norte-sur, las cuales fueron subdivididas en tres subunidades cuadradas de 1000 m² destinadas a la aplicación de los tratamientos experimentales. Del total de unidades, 24 fueron distribuidas en plantaciones de *G. arborea* localizadas en los sitios Amanda establecida el año (2017), La Palma (2015), Lulo la Minga (2017), San Carlos (2018), Toachi (2013 y 2015) y Yurac Yacu (2012), mientras que 33 UM fueron establecidas en plantaciones de *T. grandis* en los sitios El Vergel con años de establecimiento de (2009 y 2011), La Palma (2009 y 2011), San Carlos (2007 y 2010), San Pedro (2007) y Yurac Yacu (2009 y 2011). En cada unidad experimental se implementaron tres tratamientos de manejo de arvenses: sin manejo, control mecánico y control químico-mecánico, alcanzando una superficie total evaluada de 171000 m², lo que permitió obtener una representatividad espacial y experimental.

Factores de estudio

Los tratamientos evaluados correspondieron a tres estrategias de manejo de arvenses aplicadas en las plantaciones forestales: sin manejo, control mecánico y control químico-mecánico. El tratamiento sin manejo permitió el crecimiento natural de la vegetación arvense, empleado como referencia para determinar el nivel de competencia ejercido sobre las especies forestales. El control mecánico se realizó mediante labores de roza manual y chapia con moto guadaña, ejecutadas periódicamente como una alternativa de manejo con menor impacto ambiental. Por su parte, el tratamiento químico-mecánico combinó labores mecánicas con la aplicación

anual de herbicidas sistémicos y selectivos, entre ellos glifosato (1 kg/ha), metsulfuron metil (15 g/ha), Rambo (0,2 L/ha) y Mostar (0,2 L/ha), complementados con Agral (0,25 L/ha) como coadyuvante. Los productos utilizados actuaron mediante inhibición de aminoácidos aromáticos, bloqueo de la acetolactato sintasa (ALS) y control post-emergente selectivo. Para determinar el efecto de los métodos de control de arvenses sobre el crecimiento de las plantaciones forestales, se utilizó un diseño completamente al azar con parcelas divididas y cuatro repeticiones. Los tratamientos “sin manejo, control mecánico y control químico-mecánico” fueron aplicados en subparcelas de 1000 m² distribuidas en cada sitio experimental

La evaluación dasométrica se realizó mediante mediciones inicial y final del CAP a 1,30 m de altura durante un año de registro, utilizando cinta metálica milimétrica. Los datos fueron procesados en hojas de cálculo y transformados a DAP para analizar el incremento diamétrico. Los datos faltantes en los registros iniciales y finales de diámetro promedio fueron estimados mediante análisis de datos perdidos por error de muestreo, con el fin de garantizar la validez utilizando el software IBM SPSS Statistics v22.0. El análisis estadístico se realizó. Se obtuvieron estadísticos descriptivos mediante el software en InfoStat (Di Rienzo et al., 2020). Posteriormente, se verificaron los supuestos de normalidad, homogeneidad de varianzas e independencia de los datos, previo a la aplicación del análisis de varianza bifactorial (ADEVA). El análisis estadístico se realizó con un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0,05$) y, para la comparación de medias, se empleó la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$) con el fin de evaluar el efecto de los tratamientos de manejo de arvenses y la variabilidad de sitios de estudio sobre el incremento diamétrico de las plantaciones forestales.

3. Resultados

3.1. Distribución diamétrica de individuos bajo tratamientos de manejo de arvenses en plantaciones de *T. grandis* y *G. arborea*.

Durante el primer año de evaluación se registraron 2684 individuos de *G. arborea* y 3159 de *T. grandis*. Como resultado de las labores de raleo, se removieron 648 árboles de *G. arborea* (24,14%) y 452 árboles de *T. grandis* (14,31%), obteniéndose al final un total de 2036 y 2707 individuos, respectivamente, para el análisis dasométrico de las plantaciones.

El análisis de la distribución de clases diamétricas es una herramienta clave para comprender la dinámica de las poblaciones forestales, su interacción con el entorno y su respuesta a diferentes estrategias de manejo (Ajilou et al., 2003). La densidad por clases diamétricas en plantaciones de *T. grandis* evidenció una mayor concentración de individuos en los intervalos intermedios de 20-35 cm de DAP, destacándose el sitio La Palma 2011, donde el tratamiento de control mecánico registró las mayores densidades arbóreas, alcanzando hasta 86 individuos en la clase 20-25 cm durante el monitoreo inicial. Los tratamientos mecánico y químico-mecánico mostraron

comportamientos similares, aunque el control mecánico presentó una ligera superioridad en densidad y desarrollo diamétrico. En contraste, las clases diamétricas superiores (≥ 40 cm) registraron las menores densidades, con valores entre 0 y 2 individuos, distribuidos en diferentes sitios y tratamientos, reflejando una presencia limitada de árboles maduros en las plantaciones evaluadas. Estos resultados indicaron una estructura poblacional dominada por individuos en fase de crecimiento activo, con escasa representación de clases juveniles extremas y árboles de mayor diámetro.

En plantaciones de *G. arborea*, la mayor densidad arbórea se concentró en las clases diamétricas intermedias de 15-25 cm, sobresaliendo los sitios Lulo la Minga 2017 y Amanda 2017, donde los tratamientos de control mecánico y químico-mecánico registraron las mayores cantidades de individuos. Los monitoreos finales confirmaron esta tendencia, donde el control mecánico favoreció una mayor densidad de árboles en los rangos de crecimiento productivo. Por el contrario, las clases diamétricas extremas mostraron las menores densidades, especialmente en los intervalos de 5-10 cm y ≥ 40 cm, donde se registró una escasa presencia de individuos tanto juveniles como maduros. Estos resultados reflejaron una estructura diamétrica dominada por árboles en fases intermedias de desarrollo, sugiriendo una respuesta favorable de las plantaciones a los tratamientos de manejo aplicados. Vega et al. (2022) describen que la optimización de la planificación y cosecha se aplica con la información de la distribución diamétrica, facilitando la prescripción de tratamientos silvícolas adecuados para promover el crecimiento y la regeneración.

3.2. Evaluación del incremento diamétrico en plantaciones de *T. grandis* y *G. arborea*.

En las plantaciones de *T. grandis*, los mayores valores iniciales de DAP se registraron en San Carlos 2007, con diámetros superiores a 30 cm en los tres tratamientos evaluados, mientras que los menores valores se observaron en San Carlos 2010 y Yurac Yacu 2011, con diámetros cercanos a 20 cm. En términos generales, los tratamientos de control de arvenses no evidenciaron diferencias significativas sobre el crecimiento inicial de las plantaciones de *T. grandis* (p -valor = 0,8749), mostrando una limitada influencia de la competencia vegetal en esta etapa. Sin embargo, en algunos sitios se observaron incrementos ligeramente superiores bajo manejo químico-mecánico. En el registro final sin diferencias significativas (p -valor = 0,6647), el tratamiento mecánico presentó el mayor diámetro promedio en San Carlos 2007 (32,20 cm), indicando una reducción de la competencia por recursos sin afectar el desarrollo radicular. Por el contrario, los menores valores finales se registraron en Yurac Yacu 2011 y El Vergel 2011, posiblemente asociados a limitaciones edafoclimáticas y menor efectividad de control de arvenses, factores que condicionaron el crecimiento diamétrico de las plantaciones.

En los bosques plantados de *G. arborea* se evidenció una marcada variabilidad en los valores de DAP en las localidades y los tratamientos evaluados sin presentar

diferencias significativas (p -valor = 0,8633). Sin embargo, durante el registro inicial, los mayores diámetros promedio se observaron en Yurac Yacu 2012, con valores superiores a 33 cm en el tratamiento sin manejo, mientras que los registros inferiores correspondieron a San Carlos 2018, con diámetros cercanos a 6 cm. En el registro final sin diferencias significativas (p -valor = 0,7944), Yurac Yacu 2012 generó los mayores registros de crecimiento diamétrico, alcanzando diámetros superiores a 35 cm en los tratamientos sin manejo y químico-mecánico, seguido de Toachi 2013 con valores similares. Esto sugiere un crecimiento moderado influenciado por factores ambientales más que por prácticas de manejo (Cabrera-Verdesoto et al., 2024).

Por el contrario, San Carlos 2018 continuó presentando diámetros promedios inferiores, con valores cercanos a 12 cm, provocando diferencias de crecimiento posiblemente asociadas a las condiciones edafoclimáticas, edad de las plantaciones y dinámica competitiva de la vegetación arvense en cada sitio de evaluación. En una plantación de *T. grandis* en Ecuador, el incremento medio anual del diámetro fue de 0.011 m (Cabrera-Verdesoto et al., 2024). Según Navarrete (2021) en su evaluación del crecimiento medio anual en plantaciones de *G. melina* superó los 1,4 cm/año durante los primeros ocho años de vida. Sin embargo, este investigador afirma que para edades mayores a ocho años, los incrementos medios anuales en diámetro y altura disminuyen, especialmente en plantaciones sin raleo.

3.3. Variabilidad del incremento diamétrico final en plantaciones forestales tropicales de *T. grandis* y *G. arborea*.

El análisis de varianza realizado en plantaciones de *T. grandis* y *G. arborea* evidenció que los tratamientos de manejo de arvenses no presentaron diferencias estadísticas significativas en el incremento diamétrico. En contraste, los sitios evaluados mostraron diferencias altamente significativas para *T. grandis* y *G. arborea*, ambas con p -valor = <0,0001, mostrando que las condiciones locales constituyeron el principal factor de influencia sobre el crecimiento de las plantaciones. Los coeficientes de variación registrados (8,37% y 6,11%) reflejaron adecuada homogeneidad y consistencia en los datos analizados. El sitio de plantación fue el factor más influyente en el crecimiento diamétrico. Esto se alinea con estudios que destacan la importancia de las condiciones edáficas y climáticas en el desarrollo de especies forestales (Cabrera-Verdesoto et al., 2024). Asimismo, Clement et al. (2023) demostraron que la calidad del suelo influye significativamente sobre la relación altura-diámetro y el desarrollo estructural de plantaciones de *G. arborea*, evidenciando la importancia de las condiciones locales en la productividad forestal. Estos antecedentes respaldan los resultados obtenidos en el presente estudio, donde los sitios evaluados mostraron diferencias altamente significativas en el incremento diamétrico, confirmando que las variables ambientales locales constituyeron el principal factor de influencia sobre el crecimiento de las plantaciones forestales.

La prueba de Tukey en los tratamientos de control de arvenses en *T. grandis*, aplicada al registro final evidenció que los tratamientos de manejo de arvenses no presentaron

diferencias estadísticas significativas entre sí, registrando medias de DAP de 25,79 cm en el tratamiento sin manejo, 25,84 cm en el control mecánico y 26,24 cm en el control químico-mecánico (Tabla 1). Todos los tratamientos fueron agrupados dentro de la misma categoría estadística (grupo a), indicando un comportamiento equivalente sobre el crecimiento diamétrico de las plantaciones.

La ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos de manejo de arvenses en *T. grandis* y *G. arborea*, sugieren que la competencia ejercida por la vegetación acompañante fue limitada durante el período de evaluación. Este comportamiento puede atribuirse a la edad de las plantaciones, que superaban los 13 años de establecimiento, etapa en la que generalmente se ha producido el cierre de copas y una mayor ocupación del espacio aéreo y radicular, reduciendo la disponibilidad de luz y recursos para las arvenses, así como su capacidad competitiva (Burgos, 2020). En consecuencia, el crecimiento diamétrico tiende a depender en mayor medida de factores intrínsecos del sitio que de las prácticas de control de vegetación.

Los resultados obtenidos evidencian que las condiciones edafoclimáticas y ambientales locales constituyeron los principales factores que determinaron la respuesta dasométrica de las plantaciones, aspecto respaldado por Álvarez-Dávila et al. (2017), quienes destacaron que los gradientes climáticos y la disponibilidad de recursos influyen significativamente sobre la productividad de ecosistemas forestales tropicales. En este contexto, Bouillet et al. (2019) señalaron que la productividad de plantaciones forestales tropicales está estrechamente relacionada con la disponibilidad hídrica, fertilidad del suelo y manejo silvicultural integral, mientras que las prácticas de control de vegetación acompañante presentan efectos menos determinantes

Tabla 1

Prueba de Tukey en los tratamientos de control de arvenses del registro final en plantaciones de T. grandis

Tratamientos	Medias	N	E.E.	Agrupación
Control mecánico	25,79	34	0,38	a
Sin manejo	25,84	34	0,38	a
Control químico-mecánico	26,24	34	0,38	a

Nota: Número de observaciones (n), error estándar (E.E.); Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) (Autores, 2026).

La prueba de Tukey evidenció diferencias estadísticas significativas entre los sitios evaluados, agrupándolos en tres categorías según sus medias de DAP. San Carlos presentó el mayor rendimiento diamétrico (28,88 cm), ubicándose en el grupo estadístico superior, mientras que La Palma y San Pedro mostraron valores intermedios y estadísticamente similares (Tabla 2). En contraste, El Vergel y Yurac Yacu registraron las medias más bajas (23,96 cm), mostrando un menor desempeño dasométrico de las plantaciones en estos sitios.

Tabla 2

Prueba de Tukey para el efecto de los sitios de establecimiento de plantaciones de T. grandis

Sitio	Medias	n	E.E.	Agrupación
El Vergel	23,96	24	0,41	c
Yurac Yacu	23,96	24	0,41	c
San Pedro	26,39	12	0,58	b
La Palma	26,59	24	0,41	b
San Carlos	28,88	18	0,5	a

Nota: Número de observaciones (n), error estándar (E.E.); Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) (Autores, 2026).

La prueba de Tukey en los tratamientos de control de arvenses del registro final en *G. arborea* evidenció que los tratamientos de manejo de arvenses no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí, registrando medias de DAP de 25,77 cm en el tratamiento sin manejo, 25,73 cm en el control químico-mecánico y 25,49 cm en el control mecánico (Tabla 3), lo que indicó una respuesta similar de las plantaciones frente a los métodos de control. Estos resultados coinciden con lo reportado por Espinoza (2004), quien indicó que las prácticas de control de arvenses presentaron una influencia limitada sobre el crecimiento de *G. arborea* cuando las condiciones del sitio son favorables para el desarrollo forestal.

Tabla 3

Prueba de Tukey en los tratamientos de control de arvenses del registro final en plantaciones de G. arborea

Tratamientos	Medias	n	E.E.	Agrupación
Control Mecánico	25,49	28	0,32	a
Control Químico – mecánico	25,73	28	0,32	a
Sin Manejo	25,77	28	0,32	a

Nota: Número de observaciones (n), error estándar (E.E.); Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) (Autores, 2026).

La prueba de Tukey evidenció diferencias estadísticas significativas entre los sitios evaluados, generando cuatro categorías según sus medias de DAP. Yurac Yacu presentó el mayor rendimiento diamétrico (34,31 cm), seguido de Toachi y La Palma, que mostraron valores intermedios y estadísticamente similares. Amanda y Lulo la Minga registraron medias inferiores, mientras que San Carlos presentó el menor valor promedio (13,85 cm), significativamente diferente del resto de localidades (Tabla 4). Estos resultados reflejaron una marcada variabilidad en el desempeño dasométrico de las plantaciones entre los sitios de evaluación, En este contexto, Moya y Muñoz (2010) señalaron que las propiedades físicas del suelo y la disponibilidad de nutrientes influyen significativamente sobre el crecimiento de especies forestales de rápido crecimiento.

Tabla 2

Prueba de Tukey para el efecto de los sitios de establecimiento de plantaciones de G. arborea

Sitio	Medias	N	E.E.	Agrupaciones
San Carlos	13,85	12	0,36	d
Lulo la Minga	21,23	12	0,36	c
Amanda	21,64	12	0,36	c

La Palma	31,3	12	0,36	b
Toachi	31,64	24	0,26	b
Yurac Yacu	34,31	12	0,36	a

Nota: Número de observaciones (n), error estándar (E.E.); Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$) (Autores, 2026).

4. Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que el incremento diamétrico de las plantaciones de *Tectona grandis* y *Gmelina arborea* estuvo condicionado principalmente por la variabilidad de sitio y no por los tratamientos de manejo de arvenses aplicados. Esta respuesta sugiere que, bajo las condiciones evaluadas, la competencia de la vegetación acompañante no constituyó un factor determinante en el desarrollo dasométrico, posiblemente debido a la edad de las plantaciones y al cierre progresivo del dosel, condición que reduce la disponibilidad de luz para las arvenses y limita su capacidad competitiva (Burgos, 2020). En este sentido, los hallazgos coinciden con Espinoza (2004), quien señaló que el efecto del control de arvenses sobre *G. arborea* puede ser reducido cuando las condiciones edafoclimáticas favorecen el crecimiento forestal.

La ausencia de diferencias significativas entre el control mecánico, químico-mecánico y sin manejo permite inferir que las prácticas de control de arvenses no siempre generan respuestas proporcionales en el crecimiento diamétrico, especialmente en plantaciones que han superado las fases iniciales de establecimiento. Esto concuerda con Donoso et al. (2007), quienes sostienen que la vegetación acompañante no necesariamente ejerce efectos negativos absolutos, pues en determinados contextos puede contribuir a la conservación de humedad, regulación térmica y reciclaje de nutrientes. Por tanto, el manejo de arvenses debe comprenderse desde una perspectiva silvicultural integrada, evitando intervenciones intensivas cuando su efecto productivo no resulta estadísticamente significativo.

En contraste, las diferencias altamente significativas entre sitios confirman que las condiciones locales constituyen el eje explicativo del comportamiento diamétrico de ambas especies. Factores como fertilidad del suelo, disponibilidad hídrica, edad de la plantación, régimen climático y calidad del sitio influyen directamente sobre la productividad forestal tropical (Álvarez-Dávila et al., 2017; Bouillet et al., 2019). De igual manera, Clement et al. (2023) demostraron que la calidad del suelo incide sobre la relación altura-diámetro y el desarrollo estructural de *G. arborea*, lo que respalda la marcada variabilidad observada entre localidades como Yurac Yacu, Toachi, La Palma y San Carlos.

En el caso de *T. grandis*, los mayores valores diamétricos registrados en San Carlos reflejan una respuesta favorable asociada a condiciones ambientales y edáficas más adecuadas para el crecimiento de la especie. Por el contrario, los menores desempeños observados en El Vergel y Yurac Yacu sugieren posibles limitaciones

relacionadas con disponibilidad de recursos, características del suelo o diferencias en la dinámica de establecimiento. Estos resultados son coherentes con Cabrera-Verdesoto et al. (2024), quienes destacaron la influencia de las condiciones locales sobre el crecimiento de plantaciones de teca en Ecuador, así como con López-Aguirre et al. (2024), quienes señalaron que la eficiencia en el uso del agua y la selección del material vegetal son aspectos decisivos en la productividad forestal.

Para *G. arborea*, la superioridad diamétrica de Yurac Yacu y Toachi evidencia que esta especie responde de manera diferenciada según el ambiente de establecimiento. La marcada diferencia frente a San Carlos confirma que el crecimiento no depende únicamente del manejo aplicado, sino de la interacción entre sitio, edad, suelo y disponibilidad de recursos. Esta interpretación se relaciona con Moya y Muñoz (2010), quienes indicaron que las propiedades físicas del suelo y las condiciones de crecimiento inciden directamente sobre el desempeño de especies forestales de rápido crecimiento. Asimismo, Navarrete (2021) sostuvo que el incremento medio anual de *G. arborea* tiende a disminuir en edades avanzadas, especialmente cuando no se complementa con prácticas silviculturales como el raleo.

La distribución diamétrica observada en ambas especies, concentrada principalmente en clases intermedias, evidencia una estructura poblacional dominada por individuos en fase productiva activa. Este comportamiento resulta relevante para la planificación silvicultural, debido a que permite identificar el estado estructural de las plantaciones y orientar decisiones sobre raleos, cosecha y manejo futuro. En concordancia con Ajbilou et al. (2003) y Vega et al. (2022), el análisis de clases diamétricas constituye una herramienta fundamental para comprender la dinámica de crecimiento, valorar la productividad y prescribir tratamientos adecuados en sistemas forestales manejados.

En conjunto, los resultados permiten sostener que el manejo de arvenses, aunque importante en etapas tempranas de establecimiento, tuvo una influencia limitada sobre el incremento diamétrico de las plantaciones evaluadas. La evidencia obtenida refuerza la necesidad de priorizar diagnósticos específicos de sitio antes de aplicar estrategias homogéneas de control, especialmente en sistemas forestales tropicales donde la variabilidad ambiental puede superar el efecto de las prácticas silviculturales. Por ello, el manejo sostenible de *T. grandis* y *G. arborea* en el Litoral ecuatoriano debe orientarse hacia una gestión integral que combine evaluación edafoclimática, monitoreo dasométrico, planificación de raleos y uso racional de tratamientos de control, garantizando así mayor eficiencia productiva y menor impacto ambiental.

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos permitieron concluir que los tratamientos de manejo de arvenses —sin manejo, control mecánico y control químico-mecánico no generaron diferencias estadísticas significativas sobre el incremento diamétrico de *T. grandis* y *G. arborea* en las plantaciones evaluadas del Litoral ecuatoriano. La competencia con la vegetación arvense no constituyó un factor limitante determinante en el crecimiento diamétrico de las especies estudiadas bajo las condiciones evaluadas. En contraste,

la variable sitio generó una influencia significativa sobre el desarrollo dasométrico de las plantaciones; además, las condiciones edafoclimáticas locales, la disponibilidad de recursos y las características ambientales del área de establecimiento ejercieron un mayor efecto sobre el crecimiento forestal que los tratamientos de control aplicados.

El análisis de la distribución diamétrica evidenció que, los tratamientos de control mecánico y químico-mecánico favorecieron una mayor concentración de individuos en las clases diamétricas intermedias, consideradas de mayor interés productivo y silvicultural. Por el contrario, las clases extremas presentaron bajas densidades arbóreas y limitaciones tanto en el establecimiento de individuos juveniles como en la presencia de árboles maduros de mayor diámetro. Estos resultados resaltan la necesidad de complementar las prácticas de manejo de arvenses con intervenciones silviculturales orientadas a optimizar la estructura y dinámica de crecimiento de las plantaciones. En conjunto, los hallazgos aportan criterios técnicos relevantes para el manejo sostenible de sistemas forestales tropicales y evidenciando la importancia de desarrollar evaluaciones de largo plazo que permitan comprender la respuesta dasométrica de las plantaciones bajo diferentes estrategias de manejo y condiciones ambientales.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

Referencias Bibliográficas

- Ajbilou, R., Marañón, T., & Arroyo, J. (2003). Distribución de clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 12(2), 111–123. <https://digital.csic.es/handle/10261/48574>
- Álvarez-Dávila, E., Cayuela, L., González-Caro, S., Aldana, A. M., Stevenson, P. R., Phillips, O. L., Cogollo, Á., Peñuela, M. C., von Hildebrand, P., Jiménez, E., Melo, O., Londoño-Vega, A. C., Mendoza, I., Velásquez, O., Fernández, F., Serna, M., Velázquez-Rua, C., Benítez, D., & Rey-Benayas, J. M. (2017). Forest biomass density across large climate gradients in northern South America is related to water availability but not with temperature. *PLOS ONE*, 12(3), Artículo e0171072. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171072>
- Antequera Baiget, J. (2012). *Propuesta metodológica para el análisis de la sostenibilidad regional* [Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya]. UPCommons. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/94948>
- Bouillet, J. P., Laclau, J. P., Arnaud, M., Morisset, C., Saint-Andrieu, L., & Mareschal, L. (2019). Eucalyptus and Gmelina plantations in the tropics: A comparative analysis of productivity and sustainability. *Forest Ecology and Management*, 433, 40–52. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.041>

- Burgos Cevallos, J. A. (2020). *Diversidad de especies arvenses en plantaciones de Tectona grandis L. f. (teca), de 4 a 15 años de edad en la época lluviosa de los cantones de Pichincha, Palenque y Balzar, año 2019* [Tesis de maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/c6c191c7-dae0-4a90-8246-8b4f6dddf90d>
- Cabrera-Verdesoto, C. A., García Álava, J. A., Mero Jalca, O. F., Estévez Valdez, I., & Cabrera Verdesoto, R. P. (2024). Determinación del crecimiento de una plantación *Tectona grandis* L. f., parroquia Sucre, cantón 24 de Mayo, Manabí, Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 18(1). <https://doi.org/10.53591/cna.v18i1.38>
- Canales, A. M., & Meza Laguna, G. M. (2021). Diagnóstico en plantaciones forestales establecidas en comunidades del municipio El Castillo del departamento de Río San Juan [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/4389/>
- Clement, S. A., Soba, T. M., & Balogun, P. B. (2023). Soil quality and height diameter model assessment in the management of *Gmelina arborea* plantation in Nasarawa State University, Nigeria. *FUDMA Journal of Sciences*, 7(4), 350–356. <https://doi.org/10.33003/fjs-2023-0704-1958>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). *InfoStat* (versión 2020) [Software]. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <https://www.infostat.com.ar/>
- Donoso, P. J., Gerding, V., Uteau, D., Soto, D. P., Thiers, O., & Donoso, C. (2007). Efecto de fertilización y cobertura de malezas en el crecimiento inicial y la mortalidad de una plantación de *Nothofagus dombeyi* en la Cordillera de los Andes. *Bosque*, 28(3), 249–255. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002007000300010>
- Espinoza, J. A. (2004). Site selection, site preparation, and weed control for *Gmelina arborea* in western Venezuela. *New Forests*, 28(2–3), 217–226. <https://doi.org/10.1023/B:NEFO.0000040949.63618.25>
- Hernández Rodríguez, P. (2017). *Efecto de diferentes métodos de control de arvenses en las propiedades del suelo, en plantaciones de teca, Tectona grandis (L. f.)* [Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/9398>
- Jiménez-Romero, E. M., Crespo-Gutiérrez, R. S., Cuaquer-Fuel, E., & Chevez-Alejandro, A. P. (2020). Relación de arvenses en plantaciones de *Tectona grandis* L. f. (teca) y su banco de semillas en la zona central del litoral ecuatoriano. *Centrosur Agraria*, 69–91. <https://doi.org/10.37959/cs.v1i7.38>
- Llerena Garaví, L. E. (2020). *Análisis espacio-temporal de las condiciones climáticas en la zona central del litoral ecuatoriano y su relación con el rendimiento de Tectona grandis L. f. (teca)* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/a67c2960-2eb4-49cc-9dcc-20ff3ac41899>
- López-Aguirre, A. M., Barrios-Trilleras, A., & Melo-Cruz, O. A. (2024). Balancing wood production and water use efficiency in the selection of open-pollinated families

- of *Gmelina arborea*. *New Forests*, 55, 961–978. <https://doi.org/10.1007/s11056-023-10013-x>
- Moya, R., & Muñoz, F. (2010). Physical and mechanical properties of eight fast-growing plantation species in Costa Rica. *Journal of Tropical Forest Science*, 22(3), 317–328. <https://jfs.frim.gov.my/jfs/article/view/935>
- Navarrete Cevallos, S. A. (2021). *Determinación del incremento medio anual (IMA) en una plantación de Gmelina arborea Roxb. (melina) en la finca “Los Guayacanes” ubicada en el cantón La Maná, provincia de Cotopaxi* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio UTEQ. <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/e89ef2ef-85ec-4a66-8f27-b5d3e75bbe87>
- Vega, A. A., Corral-Rivas, S., Corral-Rivas, J. J., & Diéguez-Aranda, U. (2022). Modelación de las estructuras diamétricas en bosques naturales de Pueblo Nuevo, Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(73), 75–101. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i73.1187>