ISSN 2215-2202
AGRONOMÍA COSTARRICENSE
REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
https://revistas.ucr.ac.cr//index.php/agrocost

Artículo científico

Efecto de diferentes áreas de control de malezas sobre el crecimiento de teca (*Tectona grandis* L.f.), en Pocosol, San Carlos, Costa Rica

Ana Gabriela Salazar-Ruiz[1/*], Felipe Herrera-Mejía[2], Mónica Lizbeth Cortés-Cortés[3], Rafael Murillo-Cruz[4], Fernando Ramírez-Muñoz[5], Ana Paula Pérez-Poveda[6], David Antonio Carvajal-Arroyo[7]
[*]Autora para correspondencia. Correo electrónico: gabysalazarruiz@gmail.com
[1]Investigadora independiente, Heredia, Costa Rica.
[2]Investigador independiente, Heredia, Costa Rica.
[3]Investigadora independiente, Heredia, Costa Rica.
[4]Universidad Nacional, Instituto de Investigación y Servicios Forestales, Heredia, Costa Rica.
[5]Universidad Nacional, Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas, Heredia, Costa Rica.
[6]Investigadora independiente, Heredia, Costa Rica.
[7]Universidad Nacional, Escuela de Ciencias Ambientales, Heredia, Costa Rica.
DOI: https://doi.org/10.15517/vfwn1a11
Recibido el 15 de julio del 2025; Aceptado el 10 de setiembre del 2026

Resumen

Introducción. El control de arvenses es una actividad de manejo esencial en plantaciones forestales para garantizar la sobrevivencia y el crecimiento de los árboles. **Objetivo.** Evaluar el efecto de diferentes áreas de control químico de arvenses sobre el crecimiento de *Tectona grandis*. **Materiales y métodos.** Se establecieron dos experimentos en Pocosol, San Carlos, Costa Rica. Cada experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos: aplicación total, rodajas de 1,20 m de diámetro, franjas de 1,20 m y franjas de 2,40 m. Se midió la altura total y el diámetro a los 3, 6, 12 y 24 meses. Además, se registraron las cantidades de los herbicidas utilizados y los tiempos de aplicación para estimar los costos promedio de la aplicación por hectárea forestal. **Resultados y discusión.** Los tratamientos de aplicación total y franjas de 2,40 m presentaron los mayores valores de crecimiento. A los 24 meses, en el experimento 2 no se observaron diferencias significativas entre ambos tratamientos.

La cantidad de mezcla aplicada (agua + productos) aumentó con el área de control, con volúmenes que van de 102 a 339,63 L ha^{-1}. El tiempo estimado para completar una hectárea forestal varió de 5,07 a 15,18 horas ha^{-1}, siendo la aplicación total la de mayor duración. Los costos totales por hectárea forestal variaron entre $ 26,73 y $ 84,25, siendo las rodajas y franjas de 1,20 m los tratamientos más económicos. **Conclusión.** El aumento del área de control de arvenses se asoció con mayores valores de crecimiento en diámetro y altura de los árboles de teca. Las franjas de 2,40 m constituyeron una alternativa de control al obtener valores de crecimiento cercanos a los de la aplicación total.

Palabras clave: arvenses; costos finales; crecimiento; herbicidas; rendimientos.

Research article

Abstract

Effect of different weed-control areas on the growth of teak (*Tectona grandis* L.f.) in Pocosol, San Carlos, Costa Rica. Introduction. Weed control is an essential management activity in forest plantations to ensure tree survival and growth. **Objective.** Evaluate the effect of different weed chemical control areas on the growth of *Tectona grandis*. **Materials and methods.** Two experiments were established in Pocosol, San Carlos, Costa Rica. Each experiment was established under a randomized complete block design with four replications and four treatments: total application, 1.20-m-diameter circles around individual trees, 1.20-m-wide strips and 2.40-m-wide strips. Total height and diameter were measured at 3, 6, 12 and 24 months. In addition, the amounts of herbicides used, and application times were recorded to estimate the average application costs per hectare. **Results and discussion.** The total application and 2.40-m-wide strips showed the highest growth values. At 24 months, no significant differences were observed between these two treatments in Experiment 2. The amount of spray mixture applied (water + products) increased with the control area, with volumes ranging from 102 to 339.63 L ha^{-1}. The estimated time required to complete one forest hectare ranged from 5.07 to 15.18 hours ha^{-1}, with total application requiring the longest time. Total costs per forest hectare ranged from $ 26.73 to $ 84.25, with the 1.20-m-diameter circles around individual trees and 1.20-m-wide strip treatments being the least expensive. **Conclusion.** An increase in the weed control area was associated with higher diameter and height growth in teak trees. The 2.40-m-wide strips constitute a weed control alternative, as they resulted in growth values close to those obtained with total application.

Keywords: weeds; final costs; growth; herbicides; yields.

Introducción

La teca (*Tectona grandis*) es una de las especies forestales más cultivadas en Costa Rica con fines comerciales (Arguedas-Gamboa et al., 2018). Esta cuenta con una superficie reforestada de aproximadamente 50 066 ha (60% de la reforestación comercial nacional) (Meza-Picado et al., 2019; INEC, 2024). Además, esta especie tiene un alto valor en el mercado nacional e internacional y su madera es de excelente calidad; se utiliza principalmente en la fabricación de muebles, elementos estructurales, embarcaciones, carpintería, pisos, entre otros (Martínez, 2015; Moya et al., 2014). Asimismo, cuenta con mucha información sobre su propagación, establecimiento y manejo (Martínez, 2015) y los avances en selección genética han permitido aumentar el rendimiento comercial (Badilla-Valverde & Murillo-Gamboa, 2022).

Durante el establecimiento de cualquier sistema de producción agrícola o silvicultural, el control de arvenses corresponde a un elemento clave (Barrios et al., 2011). Un manejo inadecuado de estas plantas durante los primeros años de establecimiento de una plantación forestal puede disminuir la productividad, afectar el desarrollo de los árboles, incrementar el porcentaje de mortalidad e incluso, ocasionar la pérdida total del material vegetativo, generando pérdidas económicas a los productores (Hernández-Rodríguez, 2017; Blanco-Valdés, 2016). Lo anterior se debe a que las arvenses presentan ciertas características que favorecen su establecimiento y persistencia en sistemas productivos, aunque estas pueden variar considerablemente entre especies. Entre ellas, se encuentran una elevada producción de semillas, capacidad de germinación, rápido crecimiento y desarrollo de sistemas radicales y aéreos que les permiten competir por recursos, como agua, luz y nutrientes (Blanco-Valdés, 2016; Fernández & Leguizamón, 2015). Estas características pueden favorecer la competencia con los árboles, especialmente durante las primeras etapas de establecimiento de las plantaciones, donde estos aún no han desarrollado completamente su sistema radical (Domingos-Júnior & Coelho, 2018).

En Costa Rica, el control de arvenses en plantaciones forestales se ha realizado principalmente mediante métodos manuales y químicos, ya sea con aplicaciones localizadas (franjas o rodajas) o sobre la totalidad de la superficie (Guevara-Bonilla, 2011). El control químico sobre una superficie mayor o total permite ampliar el área de arvenses sometida a control; sin embargo, genera mayores riesgos al ambiente y a la salud del trabajador (Ramos-Hernández et al., 2011). Además, diferentes estudios, realizados en distintos sistemas productivos y condiciones de manejo, han documentado efectos del uso de herbicidas sobre organismos y procesos del suelo, los cuales pueden variar según el ingrediente activo, la dosis y las condiciones de aplicación (Alvarado & Raigosa, 2012; Aparicio et al., 2015; Guerrero-Muñoz, 2021; Abbas et al., 2018; Pedreros, 2021).

Algunos autores, como Aparicio et al. (2018), señalan que el uso racional de herbicidas puede contribuir al control de arvenses y al aumento de la productividad de las plantaciones; sin embargo, la respuesta del crecimiento de los árboles ante diferentes áreas de control puede variar según las condiciones del sitio, la especie y las características de las arvenses. En este contexto, mantener su control sobre toda la superficie de la plantación no constituye necesariamente la única alternativa para favorecer el establecimiento y desarrollo de los árboles. En este sentido, diversos estudios han evaluado el efecto de diferentes herbicidas, métodos de control y la reducción del área de control inicial de arvenses en el crecimiento de *Prosopis alba* (algarrobo blanco), *Eucalyptus* spp., *Gmelina arborea* (melina), *Pinus* spp., *Pinus radiata* (Atanasio et al., 2021; Villalba et al., 2010; Barrios et al., 2011; Pezzutti & Caldato, 2004; Álvarez et al., 2004; Kogan-Alterman & Figueroa, 1999). En estos estudios, se ha reportado que el crecimiento puede variar según el método y la superficie de control aplicada, y que, bajo determinadas condiciones, una mayor superficie puede favorecer el crecimiento de los árboles. Sin embargo, los estudios también han destacado que las aplicaciones localizadas o en franjas pueden producir respuestas de crecimiento comparables a las obtenidas mediante una aplicación total.

En *Tectona grandis*, también se ha estudiado la influencia del control de arvenses durante las primeras etapas. En Costa Rica, Guevara-Bonilla et al. (2020) evaluó diferentes alternativas para el control de arvenses en una plantación joven, incluyendo control químico, manual y cultivos de cobertura, y analizó su efecto sobre el crecimiento inicial. Asimismo, Arguedas-Gamboa et al. (2018) evaluaron diferentes modalidades de control en plantaciones jóvenes de teca y analizaron su relación con la incidencia y severidad de plagas y enfermedades. Estos antecedentes evidencian la importancia del manejo de arvenses durante el establecimiento de la teca; sin embargo, los tratamientos evaluados no se enfocaron específicamente en comparar diferentes superficies de control químico.

Por tanto, existe la necesidad de generar información sobre la respuesta del crecimiento de la teca ante distintas áreas de control, cuya evaluación constituye un paso inicial para orientar la selección de técnicas y el diseño de métodos de aplicación de herbicidas en plantaciones jóvenes de *Tectona grandis* en Costa Rica. Esta información puede contribuir a la planificación y optimización de las labores de control de arvenses y servir como referencia para futuros estudios que integren variables económicas, ambientales y productivas, con el fin de evaluar su efecto sobre la rentabilidad del negocio forestal, la conservación del suelo y la productividad de madera de calidad (Pezzutti & Caldato, 2004). Por lo tanto, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto de diferentes áreas de control químico de arvenses en el crecimiento de los árboles y los costos finales de aplicación en plantaciones jóvenes de *Tectona grandis* en la Región Huetar Norte de Costa Rica.

Materiales y métodos

Descripción del sitio

El estudio se realizó en Banderas de Pocosol, San Carlos, Alajuela, Región Huetar Norte de Costa Rica. El distrito de Pocosol cuenta con un área de 631,5 km², una temperatura promedio de 26 °C y una precipitación media anual de 3200 mm. Los suelos son mayormente ultisoles, caracterizados por sus tonalidades pardo-rojizas con una alta concentración de aluminio y hierro. Las principales actividades productivas que se desarrollan en la zona son el cultivo de piña, de caña, la ganadería, la reforestación y el agroturismo (Municipalidad de San Carlos, 2014; Elizondo-Alvarado, 2016; MAG, 2020). En cuanto a la reforestación comercial, Pocosol es el distrito con mayor área plantada en la Región Huetar Norte, con 6232 ha en cultivos de teca (*Tectona grandis*), melina (*Gmelina arborea*), acacia (*Acacia mangium*) y chancho (*Vochysia guatemalensis*) (Meza-Picado et al., 2019).

Es importante aclarar que ambos sitios presentaban un uso anterior diferente. En el experimento 1, correspondió a una plantación de *Gmelina arborea*, y posterior a su aprovechamiento, se realizó una quema sobre los residuos vegetales restantes en el sitio, lo que generó que la vegetación acompañante tuviera una alta proliferación de especies de alto porte, incluyendo especies arbustivas, que dificultaban el manejo. En el experimento 2, el uso anterior consistió en una plantación de *Tectona grandis*, donde las arvenses fueron manejadas mediante la aplicación total del área. La vegetación estuvo constituida por hierbas de porte bajo, tales como *Scleria pterota* y *Spermacoce* sp.

Asimismo, durante la evaluación del estudio ambos sitios recibieron un manejo silvicultural homogéneo entre tratamientos, con el fin de que la única variación experimental fuera el área sometida al control químico. Este manejo consistió en la fertilización de los árboles con la fórmula 10-30-10 (N-P-K), encalado, podas y apuntalado.

Diseño experimental

Se establecieron dos experimentos independientes en plantaciones recién establecidas de *Tectona grandis*, con el propósito de evaluar diferentes áreas de control bajo las condiciones particulares de establecimiento y manejo de cada finca. El diseño para cada experimento fue de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. En cada bloque, se establecieron cuatro unidades experimentales (tratamientos) que corresponden a las diferentes áreas de control de arvenses (**Tabla 1**). Cada unidad experimental estuvo conformada por 36 árboles con un distanciamiento de 4 x 4 m, que representa una parcela de 24 x 24 m (576 m^2).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados para el control de arvenses en las plantaciones de *Tectona grandis*.
Table 1. Description of the treatments applied for weed control in *Tectona grandis* plantations.

Tratamiento	Establecimiento	Área de aplicación de la parcela (m^2)	Hectárea forestal (m^2)
Aplicación total	Aplicación total de la parcela	576	10 000
Franja de 2,40	6 franjas de 24 m largo y 2,40 m ancho	345,6	6000
Franja de 1,20	6 franjas de 24 m largo y 1,20 m ancho	172,8	3000
Rodajas	36 rodajas de 1,20 m de diámetro	40,7	706,9

Hectárea forestal: área de aplicación real (m^2) de los tratamientos en una hectárea física.

Las condiciones iniciales de aplicación de los tratamientos fueron diferentes entre ambos experimentos debido al manejo previo y al desarrollo de arvenses. En el experimento 1, los tratamientos se aplicaron antes del establecimiento y la plantación de los árboles de teca. En el caso del experimento 2, se realizó inicialmente una aplicación total de herbicida antes del establecimiento de los árboles y la aplicación diferenciada de los tratamientos correspondientes se ejecutó tres meses después de haber sido establecida la plantación.

Los herbicidas utilizados son de uso normal en plantaciones de teca por su compatibilidad en el espectro de control; estos se muestran en la **Tabla 2**. Los productos variaron entre experimentos, de acuerdo con el manejo establecido en cada finca. La preparación de la mezcla se basó en el control convencional de las arvenses en las fincas. Esta consistió en una mezcla preparada en 200 L, con 2 L de glifosato, 20 g de metsulfuron metilo, 0,6 L de coadyuvante, 0,3 L de Oxifluorfen y 0,05 de regulador de pH que se preparó para aplicar un área total (10 000 m^2).

Tabla 2. Descripción de los herbicidas y dosis i.a utilizadas por hectárea para el control de arvenses en las plantaciones de Teca según el experimento.

Table 2. Description of the herbicides and active ingredient rates used per hectare for weed control in teak plantations according to the experiment.

Experimento	Producto	Ingrediente activo	Dosis i.a (kg ha^{-1})
	Herbicida sintético (Postemergente)	Glifosato-isopropilamonio	0,96
Experimento 1	Herbicida sintético (Postemergente)	Metsulfuron metilo	0,012
	Coadyuvante	Esteres metilados de ácidos grasos[*a]	--
	Herbicida sintético (Postemergente)	Glifosato-isopropilamonio	0,96
Experimento 2	Herbicida sintético (Preemergente)	Oxifluorfen	0,36
	Coadyuvante	Esteres metilados de ácidos grasos[*a]	--
	Regulador de pH	Tecnophyt pH+[*b]	--

*Características del producto utilizado a dosis de: a) 0,6 L ha^{-1}; b) dosis de 0,05 L ha^{-1}.

Asimismo, se presentaron diferencias en el tipo de boquilla empleada y en la capacitación del personal a cargo de las aplicaciones, asociadas principalmente al equipo y a la mano de obra disponibles en cada finca al momento de ejecutar el estudio. Debido a estas diferencias en las condiciones iniciales, los procedimientos de aplicación y las características de la vegetación, los experimentos no constituyeron repeticiones idénticas de un mismo ensayo. Por esta razón, fueron considerados ensayos independientes y se analizaron por separado, sin incorporar los experimentos como factor en un modelo estadístico conjunto.

Variables evaluadas

El control de arvenses en ambos experimentos se realizó mediante cinco aplicaciones durante el periodo de evaluación del estudio, efectuadas a los 3, 6, 12, 15 y 24 meses del establecimiento de las plantaciones. Durante cada periodo de aplicación, se cronometró el tiempo requerido por los trabajadores para ejecutar la actividad en cada una de las parcelas, incluyendo las pausas correspondientes a descansos, desplazamientos y recarga de bombas de aplicación. Asimismo, al finalizar la aplicación de cada tratamiento, se registró la cantidad de herbicida aplicado. Estos datos se emplearon para estimar los tiempos de aplicación, los volúmenes de mezcla y los costos asociados a cada tratamiento

Procesamiento de la información

La información fue digitalizada y tabulada en Excel según el experimento, la edad de medición y el tratamiento, para su posterior análisis estadístico. Los análisis se realizaron de forma independiente para cada edad de evaluación (3, 6, 12 y 24 meses) y para cada variable (altura y diámetro a la altura del pecho), con el propósito de comparar los tratamientos en cada momento de medición. Aunque las mismas parcelas fueron evaluadas en las diferentes edades, cada edad se analizó por separado; por tanto, no se realizó un análisis de la evolución del crecimiento ni se evaluó la interacción entre el tratamiento y la edad.

Para cada combinación de edad y variable, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para evaluar las diferencias entre tratamientos. Cuando se detectaron diferencias estadísticamente significativas se realizó una comparación de medias mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia del 0,05. Los análisis se ejecutaron en el programa InfoStat versión 2020.

Los tiempos promediados de aplicación en cada tratamiento se utilizaron para estimar el rendimiento durante la jornada laboral y el costo de la mano de obra por hectárea forestal. El precio utilizado para el pago de la mano de obra fue de 1450 colones por hora (MTSS, 2024).

Se calculó la cantidad final de litros de mezcla utilizados para poder establecer los costos promedio según el tratamiento y hectárea forestal. El precio de cada herbicida fue obtenido del valor en el mercado nacional (**Tabla 3**). Finalmente, se obtuvieron los costos finales (mano de obra + herbicida) de las cuatro mediciones (3, 6, 12 y 24 meses) realizadas para la hectárea forestal, según el tratamiento aplicado y, posteriormente, se estimaron de forma acumulada por tratamiento y experimento. Sin embargo, estos valores no corresponden a observaciones independientes de cada unidad experimental. Por esta razón, los periodos no pueden considerarse como réplicas experimentales independientes para realizar un análisis de varianza, por lo que los costos se presentaron de manera descriptiva.

Tabla 3. Lista de precios de los herbicidas y coadyuvantes utilizados en la mezcla de aplicación de los tratamientos para el control de arvenses en plantaciones de *Tectona grandis.*

Table 3. Price list of the herbicides and adjuvants used in the spray mixtures for weed control treatments in *Tectona grandis* plantations.

Herbicida	Unidad de venta	Precio (₡)	Precio ($)
Glifosato	20 litros	90 000	167,12
Metsulfuron metilo	10 gramos	750	1,39
Coadyuvante	10 litros	55 000	102,13
Oxifluorfen	1 litro	11 450	21,26
Regulador de pH	10 litros	55 000	102,13

Tipo de cambio en dólares al momento de realizar el estudio: 1 dólar equivale a 538,54 colones.

Resultados y discusión

Los resultados de los experimentos se interpretaron de manera independiente, debido a las diferencias existentes en las condiciones de ejecución, el tipo de boquilla utilizado, el personal encargado de las aplicaciones y las condiciones del sitio.

Efecto en el crecimiento de los árboles

El crecimiento en altura y diámetro de los árboles de teca varió y fue influenciado por el tratamiento que se aplicó. En general, dentro de cada experimento se observó un incremento de los valores de crecimiento conforme aumentó el área de control de arvenses, siendo mayor en la aplicación total e inferior en las rodajas (**Tabla 4**).

En el experimento 1, las diferencias entre tratamientos se observaron desde las primeras evaluaciones de altura. A los 24 meses, la aplicación total registró los mayores valores de altura (7,86 m) y DAP (7,91 cm), y presentó diferencias estadísticamente significativas respecto a los demás tratamientos. Las franjas de 2,40 m registraron valores de 6,85 m en altura y 6,82 cm en DAP, lo que representó una diferencia de 12,8% en altura y de 13,8% en DAP con respecto a la aplicación total. Las franjas de 1,20 m y las rodajas presentaron valores inferiores en ambas variables (**Tabla 4**).

Por su parte, en el experimento 2, no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos durante las evaluaciones de 3 y 6 meses. A los 12 meses, la aplicación total presentó los mayores valores de altura (5,29 m) y DAP (5,06 cm), con diferencias significativas respecto a los demás tratamientos. A los 24 meses, la aplicación total alcanzó valores de altura y DAP de 8,62 m y 7,51 cm, respectivamente, mientras que las franjas de 2,40 m registraron un crecimiento promedio de 8,25 m (altura) y 7,35 cm (DAP). A esta edad, no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas entre estos dos tratamientos (**Tabla 4**)

Tabla 4. Caracterización dasométrica de las plantaciones de *Tectona grandis* según el experimento, la edad y el tratamiento aplicado.
Table 4. Dasometric characterization of *Tectona grandis* plantations by experiment, age, and treatment.

Experimento	Tratamiento	3 meses		6 meses		12 meses				24 meses			
		Ht (m)	DE	Ht (m)	DE	Ht (m)	DE	DAP (cm)	DE	Ht (m)	DE	DAP (cm)	DE
Experimento 1	Rodajas	0,25 [a]	0,08	0,73 [a]	0,39	2,48 [a]	1,11	1,93 [a]	1,16	5,08 [a]	1,39	4,83 [a]	1,09
	Franja 1,2	0,30 [b]	0,1	1,11 [b]	0,5	3,50 [b]	1,21	2,99 [b]	1,16	6,16 [b]	1,65	5,78 [b]	1,36
	Franja 2,4	0,35 [c]	0,14	1,54 [c]	0,63	4,53 [c]	1,16	3,85 [c]	1,03	6,85 [c]	1,28	6,82 [c]	1,28
	Total	0,37 [c]	0,11	1,87 [d]	0,45	5,38 [d]	1,03	4,80 [d]	0,95	7,86 [d]	1,28	7,91 [d]	1,18
Experimento 2	Rodajas	0,22 [a]	0,06	1,28 [a]	0,5	4,06 [a]	1,25	3,67 [a]	1,06	7,12 [a]	1,23	6,31 [a]	1,02
	Franja 1,2	0,21 [a]	0,06	1,31 [a]	0,5	4,62 [b]	1,02	4,33 [b]	0,95	7,76 [b]	1,11	6,93 [b]	0,98
	Franja 2,4	0,21 [a]	0,07	1,35 [a]	0,54	4,94 [b]	1,11	4,70 [c]	1,12	8,25 [c]	1,25	7,35 [c]	1,13
	Total	0,21 [a]	0,07	1,37 [a]	0,46	5,29 [c]	1	5,06 [d]	0,9	8,62 [c]	1,32	7,51 [c]	1,32

Ht: altura total; DE: desviación estándar; DAP: diámetro altura pecho.
Las letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos dentro de un mismo experimento, edad de evaluación y variable, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$).
Las letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre los tratamientos comparados.
Las comparaciones estadísticas se realizaron de forma independiente para cada experimento y edad de evaluación; por lo tanto, las letras no representan comparaciones entre experimentos ni entre edades.

Los resultados muestran una tendencia general hacia mayores valores de crecimiento conforme aumentó el área de control de arvenses, aunque la respuesta varía entre los experimentos y edades. Este comportamiento coincide con lo reportado para otras especies forestales. En plantaciones de algarrobo blanco (*Prosopis alba*), Atanasio et al. (2021) registraron mayores valores de DAP y altura conforme aumentó el área de control de arvenses. En *Pinus* spp y en *Pinus radiata,* Pezzutti & Caldato (2004) y Álvarez et al. (2004), respectivamente, registraron los mayores rendimientos en sitios con control de arvenses y conforme aumentaba la superficie controlada.

En otras especies, se ha evaluado el efecto de la cobertura de arvenses en el crecimiento. En Argentina, Garau et al. (2009) determinaron que una menor área de cobertura de arvenses se relacionó con mayores valores de diámetro y altura en árboles de *Eucalyptus globulus*. Asimismo, en Australia, Adams et al. (2003) encontró que la presencia de arvenses afectó negativamente el crecimiento en altura y diámetro de *E. globulus.*

Este comportamiento puede asociarse con una menor interferencia de la vegetación presente sobre la disponibilidad de agua, nutrientes y luz, especialmente en los primeros años de establecimiento, cuando los árboles presentan un sistema radical y una cobertura del dosel aún en desarrollo (Atanasio et al., 2021; Domingos-Júnior & Coelho, 2018). En plantaciones de teca en Brasil, Domingos- Júnior y Coelho (2018) encontraron que la competencia con *Urochloa decumbens* afectó negativamente el crecimiento de *Tectona grandis*. De manera similar, Carvajal-Arroyo et al. (2026) observaron menores valores de crecimiento en una plantación clonal de teca asociada con *Pueraria phaseoloides* y señalaron la necesidad de un manejo adecuado de la competencia durante la fase inicial de establecimiento.

A pesar de que se observaron diferencias generales en el porte y composición de la vegetación entre los experimentos, no es posible establecer cuáles especies contribuyeron en mayor medida a la competencia con los árboles ni relacionar directamente estas características con las diferencias de crecimiento observadas, debido a que, en el presente estudio, no se evaluaron la composición, densidad, cobertura o biomasa de las arvenses. Aun así, el experimento 1, al ser sometido a una quema previa, pudo haber estimulado la germinación de determinadas especies presentes en los bancos de semillas (Pausas & Keeley, 2022), además de que presentó arvenses de mayor porte, lo que podría haber generado una mayor presión de la vegetación asociada.

En la presente investigación, la respuesta al área de control de arvenses varió entre experimentos. En el experimento 1, ningún área de control alcanzó un crecimiento estadísticamente equivalente al de la aplicación total. En el experimento 2, en cambio, las franjas de 2,40 m presentaron valores comparables con este tratamiento, particularmente a los 24 meses, donde no se observaron diferencias estadísticamente significativas. Los resultados también coinciden con estudios realizados en otras especies. Por ejemplo, en *Pinus* spp y *Pinus radiata,* no se encontraron diferencias entre la aplicación total y las franjas, concluyendo que ambas áreas son óptimas para el desarrollo de los árboles (Pezzutti & Caldato, 2004; Álvarez et al., 2004). De manera similar, para *Pinus radiata*, Kogan-Alterman y Figueroa (1999) encontraron que una segunda aplicación en franjas de 2 m produjo resultados similares al control total en la altura y diámetro de los árboles.

Aunque los estudios citados corresponden principalmente a otras especies forestales, los resultados obtenidos por los autores son consistentes con el patrón observado en la presente investigación. Dentro de cada experimento, los tratamientos con una mayor área de aplicación para el control de arvenses presentaron mayores incrementos en altura y diámetro. Asimismo, bajo las condiciones evaluadas, el control de arvenses mediante franjas de 2,40 m puede constituir una alternativa de manejo durante el establecimiento de la teca. No obstante, esta interpretación se limita a la respuesta de crecimiento de los árboles de *Tectona grandis*, debido a que en el presente estudio no se evaluaron directamente las características de la vegetación asociada, lo que constituye una limitante de la investigación.

Asimismo, se evidencia que el área mínima de control no puede establecerse independientemente de las condiciones particulares de cada sitio de establecimiento, debido a que factores como el tipo de ecosistema, suelo y clima modifican la respuesta de los árboles al manejo de estas áreas (Álvarez et al., 2004; Jiménez-Velazco, 2015). Por lo tanto, el área óptima de control puede variar entre plantaciones. Por ejemplo, en *P. radiata*, se encontró que, en sitios de arenas secas, el control total de la superficie favoreció el crecimiento de los árboles, mientras que en ecosistemas más húmedos o de mayor productividad, se obtuvieron resultados favorables con dos controles en bandas de 2 metros (Álvarez et al., 2004).

Cantidad de mezcla y herbicidas aplicados

La cantidad de mezcla aplicada varió entre los tratamientos e incrementó conforme se amplió el área de control de arvenses. En ambos experimentos, la aplicación total requirió el mayor volumen de mezcla, mientras que las rodajas registraron el menor (**Tabla 5**).

En el experimento 1, el volumen de mezcla aplicado fue de 128,58 L ha^{-1} en rodajas, 150,28 L ha^{-1} en franjas de 1,20 m, 203,99 L ha^{-1} en franjas de 2,40 m y 339,63 L ha^{-1} en la aplicación total. En el experimento 2, correspondieron a 102; 115,14; 174,25 y 322,97 L ha^{-1}, para rodajas, franjas de 1,20 m, franjas de 2,40 m y aplicación total, respectivamente (**Tabla 5**).

El aumento del volumen de mezcla conforme se amplió el área tratada responde directamente a una mayor superficie aplicada. Sin embargo, las diferencias observadas entre los experimentos también deben interpretarse considerando las condiciones particulares de ejecución de cada uno. Entre los factores que podrían haber contribuido a la variación en los volúmenes, se encuentran la experiencia del personal encargado. Según Kramarov-de León y Lapaz-Duarte (2012), la experiencia y la antigüedad de los operarios en la realización de las tareas es un factor difícil de estimar; sin embargo, influye en los rendimientos, organización y eficiencia de las actividades. En el presente estudio, los trabajadores del experimento 1 no habían realizado previamente esta actividad y presentaban menor familiaridad con el equipo, lo que pudo contribuir a los mayores volúmenes de mezcla utilizados.

Del mismo modo, podrían estar relacionados, en parte, con las características del equipo utilizado. En el experimento 1, se emplearon boquillas del tipo 8002, mientras que en el experimento 2 se utilizaron boquillas del tipo 8003. Asimismo, se identificó desgaste en algunas de las boquillas utilizadas durante las aplicaciones. Estas condiciones pueden modificar la descarga y la distribución de la mezcla durante la aplicación (Muñoz-Cobo & Vega-Macías, 2005; Charbonnier et al., 2011; Ruiz-Hermosa, 2019); sin embargo, al no ser evaluado experimentalmente el efecto del tipo ni del estado de las boquillas, no se puede establecer una relación causal con las diferencias observadas. Lo cual constituye una limitación experimental del presente estudio.

Tabla 5. Volumen promedio de aplicación de la mezcla (agua + productos) y de dosis de los productos utilizados según el experimento y tratamiento.
Table 5. Average application volume of the spray mixture (water + products) and application rates of the products used, by experiment and treatment.

Experimento	Tratamiento	Mezcla	Glifosato	Regulador pH	Coadyuvante	Oxifluorfen	Metsulfuron
				L ha^{-1}			g ha^{-1}
Experimento 1	Rodajas	128,58	1,29	0	0,38	0	12,86
	Franjas 1,20	150,28	1,5	0	0,44	0	15,03
	Franjas 2,40	203,99	2,04	0	0,6	0	20,4
	Total	339,63	3,4	0	1	0	33,96
Experimento 2	Rodajas	102	1,02	0,03	0,1	0,15	0
	Franjas 1,20	115,14	1,15	0,03	0,12	0,17	0
	Franjas 2,40	174,25	1,74	0,04	0,17	0,26	0
	Total	322,97	3,23	0,08	0,32	0,48	0

Rendimientos de aplicación

En ambos experimentos, se registró que el tratamiento que requirió más tiempo estimado para completar la hectárea forestal fue la aplicación total, con una duración promedio de 15,18 y 14,24 horas ha^{-1} para los experimentos 1 y 2, respectivamente (**Tabla 6**). El tiempo total empleado por un trabajador para completar el área correspondiente al tratamiento de aplicación total varió de 1,90 a 4,56 horas.

Por otra parte, el tratamiento que requirió menor tiempo estimado para completar la hectárea forestal en el experimento 1 fueron las franjas de 1,20 m, con un promedio de 7,98 horas ha^{-1}. En el caso del experimento 2, el tratamiento de rodajas presentó el menor tiempo total de aplicación, con un promedio de 5,07 horas ha^{-1} (**Tabla 6**). Esta diferencia podría estar asociada a que los trabajadores del experimento 1 en las primeras dos aplicaciones (3 y 6 meses) dedicaban mayor tiempo en la rodaja, y posiblemente realizaron la aplicación de la mezcla con un traslape mayor sobre zonas ya aplicadas.

Los rendimientos obtenidos por los trabajadores en el experimento 1 fueron menores en comparación con el experimento 2 (**Tabla 6**). Esto puede estar relacionado con las condiciones particulares de cada sitio y la experiencia de los trabajadores. Franco Gutiérrez (2014) señala que las condiciones del terreno pueden afectar el desempeño durante el control químico y encontró reducciones en el área recorrida en sitios con pendientes pronunciadas con respecto a sitios planos de hasta un 38%. En este caso, el experimento 1 presentó condiciones de sitio más complicadas, con pendientes más pronunciadas y la presencia de residuos (fustes y ramas) que quedaron del aprovechamiento anterior. Esto dificultó el traslado de los trabajadores de un sitio a otro, lo cual contribuyó a la menor productividad obtenida. Por tanto, los tiempos y rendimientos obtenidos deben interpretarse también en función de las condiciones específicas en las que se desarrolló cada experimento, sin atribuir las diferencias exclusivamente al área de control.

Tabla 6. Tiempos y rendimientos promedios de la aplicación de control de arvenses en plantaciones de teca según el área de control y el experimento.
Table 6. Average application times and work rates for weed control in teak plantations, by control area and experiment.

Experimento	Tratamiento	Tiempo total (Horas)	Tiempo total ha forestal^{-1} (Horas)	Rendimiento hora jornal^{-1}
Experimento 1	Rodajas	2,15	9,33	548 rodajas
	Franjas 1,20	1,84	7,98	103 líneas
	Franjas 2,40	2,6	11,27	70 líneas
	Total	3,5	15,18	5199,25 m^2
Experimento 2	Rodajas	1,17	5,07	921 rodajas
	Franjas 1,20	1,34	5,81	134 líneas
	Franjas 2,40	2,27	9,85	76 líneas
	Total	3,28	14,24	5335,11 m^2

Tiempo total: duración en horas que requiere un trabajador para completar el área correspondiente del tratamiento.
Tiempo total ha forestal^{-1}: duración en horas que requiere un trabajador para completar una hectárea forestal.
Rendimiento: cantidad de rodajas, líneas o m^2 que realiza un trabajador durante la hora jornal.
Hora jornal: periodo de trabajo de 8 horas: 7 laborables y 1 de descanso.
Líneas: longitud de 24 m.

Costos de aplicación de la hectárea forestal

En ambos experimentos, la aplicación total presentó los mayores costos por hectárea forestal. En el experimento 2, los costos por hectárea forestal se incrementaron con el área de aplicación, siendo las rodajas las que presentaron los menores valores; sin embargo, esto no sucedió en el experimento 1, ya que las franjas de 1,20 m registraron el menor costo (**Tabla 7**). No obstante, estos tratamientos también obtuvieron los menores valores de crecimiento en los árboles respecto a las áreas de control más amplias, en ambos experimentos. Los menores costos de aplicación de las franjas de 1,20 m, en comparación con las rodajas en el experimento 1, pueden estar asociados a que la aplicación de la mezcla en las franjas de 1,20 m tardó un 14% menos; aun así, la diferencia en los costos finales entre ambos tratamientos es baja (₡ 459).

En plantaciones de *Guazuma crinita* en Perú, Luna-Sulca (2021) registró costos de 119,01 a 165,15 soles por hectárea para el control químico de arvenses, equivalentes aproximadamente a ₡ 19 075 y ₡ 26 470 por ha. Estos valores se encuentran dentro del orden de magnitud de los costos registrados para algunos tratamientos en la presente investigación. En Costa Rica, Guevara-Bonilla et al. (2018) evaluaron los costos de diferentes tratamientos de control de arvenses en plantaciones de teca, y encontraron menores costos para el control químico (₡ 121 390 por ha) en comparación con el uso de coberturas vivas (₡ 212 338 por ha).

En ambos experimentos, la mano de obra representó el mayor componente de los costos finales por hectárea forestal para realizar el control químico en plantaciones de teca. En el experimento 1, su aporte varió entre 53 y 61%, mientras que el costo de los productos representó entre 39 y 47%. En el experimento 2, la mano de obra representó entre 51 y 54% del costo final y los productos entre 46 y 49% dependiendo del tratamiento. En el caso de la aplicación total, los costos del producto fueron los que presentaron el mayor aporte al costo final en ambos experimentos (**Tabla 7**).

Lo anterior difiere de lo reportado por Guevara-Bonilla et al. (2018), quienes reportaron que los materiales y herbicidas son los costos de mayor peso en el control químico, con un aporte de 74% en comparación con la mano de obra (26%). Esta diferencia puede relacionarse con que dichos autores incluyeron en sus costos la adquisición de equipo de seguridad y de aplicación, mientras que, en esta investigación, se utilizaron los equipos disponibles en las empresas donde se realizaron los experimentos, por lo que lo único que se consideró fue el costo de los productos aplicados.

Tabla 7. Costos de aplicación (productos y mano de obra) de la hectárea forestal en colones y dólares según el tratamiento de área de control aplicado en plantaciones de *Tectona grandis*.

Table 7. Application costs (products and labor) per forest hectare, expressed in Costa Rican colones and US dollars, according to the weed control area treatment applied in *Tectona grandis* plantations.

Experimento	Tratamiento	Costo productos		Costo mano de obra		Costo total	
		₡	$	₡	$	₡	$
Experimento 1	Rodajas	8842	16,42	13 524	25,15	22 366	41,53
	Franjas 1,20	10 334	19,19	11 573	21,49	21 907	40,68
	Franjas 2,40	14 028	26,05	16 348	26,05	30 376	56,4
	Total	23 355	43,37	22 016	43,37	45 370	84,25
Experimento 2	Rodajas	7043	13,08	7353	13,08	14 396	26,73
	Franjas 1,20	7951	14,76	8426	14,76	16 377	30,41
	Franjas 2,40	12 032	22,34	14 288	22,34	26 320	48,87
	Total	22 301	41,41	20 649	41,41	42 950	79,75

Tipo de cambio en dólares al momento de realizar el estudio: 1 dólar equivale a 538,54 colones.

En el presente estudio, las franjas de 2,40 m, representaron una alternativa que permitió reducir la superficie tratada respecto a la aplicación total y mantener valores de crecimiento cercanos a este tratamiento. En términos de costos finales de aplicación, las franjas de 2,40 m presentaron valores 33 y 39% inferiores a la aplicación total en los experimentos 1 y 2, respectivamente. No obstante, debido a que no se calculó un indicador económico que integrara los costos de aplicación con la respuesta productiva de los árboles, estos resultados no permiten establecer una ventaja económica de este tratamiento.

Conclusiones

El control de arvenses favoreció el crecimiento en altura y diámetro de *Tectona grandis* durante los primeros dos años de establecimiento de la plantación. En general, dentro de cada experimento, el incremento del área de control de arvenses se relacionó con un mayor crecimiento de los árboles de teca.

El tratamiento de rodajas con un diámetro de 1,20 metros presentó los menores costos de aplicación en el experimento 2, mientras que las franjas de 1,20 m registraron el menor valor en el experimento 1. Sin embargo, estos tratamientos presentaron menores valores de crecimiento en altura y DAP respecto a los tratamientos con mayor superficie de control.

Las franjas de 2,40 m constituyeron una alternativa de manejo para el control de arvenses en plantaciones de *Tectona grandis* bajo las condiciones evaluadas, al presentar valores de crecimiento en diámetro y altura cercanos a los de la aplicación total. En el experimento 2, no se detectaron diferencias significativas entre ambos tratamientos a los 24 meses. Sin embargo, el área mínima de control debe ajustarse a las condiciones de cada sitio y a la intensidad de competencia de las arvenses.

Recomendaciones

Se recomienda que en futuros estudios sobre áreas de control de arvenses se incorpore un mayor control y registro de factores como el tipo y estado de las boquillas y la experiencia y capacitación del personal, ya que estos son elementos que pudieron influir en aspectos como el volumen de mezcla aplicado, la uniformidad de la distribución de los productos y los costos de aplicación. Sin embargo, debido a que estos factores no fueron evaluados ni controlados, no es posible establecer una relación causal con los resultados obtenidos, siendo parte de las limitaciones experimentales del estudio.

Se recomienda realizar futuras investigaciones que incorporen la evaluación directa de la vegetación arvense (cobertura, densidad y biomasa), así como indicadores económicos que integren los costos de control de arvenses con la respuesta productiva de los árboles. También, sería pertinente evaluar otras alternativas para el control químico de las arvenses, como el establecimiento de coberturas vivas, con el propósito de determinar su efecto sobre el crecimiento de *Tectona grandis*, los costos de manejo y la reducción en el uso de herbicidas.

Literatura citada

Abbas, T., Zahir, Z. A., Naveed, M., & Kremer, R. J. (2018). Limitations of existing weed control practices necessitate development of alternative techniques based on biological approaches. *Advances in Agronomy*, *147*, 239-280. https://doi.org/10.1016/bs.agron.2017.10.005

Adams, P., Beadle, C., Mendham, N. J., & Smethurst, P. J. (2003). The impact of timing and duration of grass control on growth of a young *Eucalyptus globulus* Labill. plantation. *New Forests, 26*, 147-165. https://doi.org/10.1023/A:1024490707175

Alvarado, A., & Raigosa, J. (2012). *Nutrición y fertilización forestal en Regiones Tropicales.* Editorial Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. https://www.researchgate.net/profile/Alfredo-Alvarado-Hernandez/publication/324165376_Nutricion_y_Fertilizacion_Forestal_en_Regiones_Tropicales/links/5ac2b2c40f7e9bfc045f3529/Nutricion-y-Fertilizacion-Forestal-en-Regiones-Tropicales.pdf

Álvarez, J., Venegas, R., & Pérez, C. (2004). Impacto de la duración y geometría del control de malezas en la productividad de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en cinco ecosistemas del sur de Chile. *Bosque*, *25*(2), 57-67. https://www.scielo.cl/pdf/bosque/v25n2/Art06.pdf

Aparicio, J. L., Maggio, A., & Fragueiro, L. (2018). *Control de malezas de Eucalyptus grandis: respuesta a diferentes anchos y periodos de control* [Sesión de congreso]. XXXII Jornadas Forestales de Entre Ríos. https://www.researchgate.net/publication/328942352_CONTROL_DE_MALEZAS_DE_Eucalyptus_grandis_RESPUESTA_A_DIFERENTE_S_ANCHOS_Y_PERIODOS_DE_CONTROL

Aparicio, V. C., De Gerónimo, E., Hernández, K., Pérez, D. J, Portocarrero, R., & Vidal, C. (2015). *Los plaguicidas agregados al suelo y su destino al medio ambiente*. (1a ed.). Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. https://www.researchgate.net/publication/292985188_Los_plaguicidas_agregados_al_suelo_y_su_destino_en_el_ambiente

Arguedas-Gamboa, M., Rodríguez-Solís, M., Guevara-Bonilla, M., Esquivel-Segura, E., Sandoval-Rocha, S., & Brinceño-Elizondo, E. (2018). Incidencia y severidad de *Olivea tectonae* y *Rhabdopterus* sp. en plantaciones jóvenes de *Tectona grandis* L.f. bajo distintas modalidades de control de arvenses. *Agronomía Costarricense*, *43*(1), 9-19. http://dx.doi.org/10.15517/rac.v43i1.35631

Atanasio, M. A., Pernochi, L. S., Burdyn, B., & Guevara, G. (2021). Efectos del control inicial de malezas sobre el crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. en el departamento comandante Fernández, Chaco Argentina. *Revista de investigaciones agropecuarias, 47*(1), 110-115. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1669-23142021000100110

Badilla-Valverde, Y., & Murillo-Gamboa, O. (2022). Selección clonal de *Tectona grandis* L.f. para el Pacífico seco de Costa Rica. *Uniciencia*, *36*(1), 1-15. https://doi.org/10.15359/ru.36-1.19

Barrios, A., López, A. M., Nieto, V., Burgos, N., Yaya, M., & González, I. (2011). Efecto del control de malezas y fertilización sobre el crecimiento inicial de una plantación de *Gmelina arborea* Roxb. en el departamento del Tolima, Colombia. *Colombia Forestal*, *14*(1), 31-40. https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2011.1.a03

Blanco-Valdés, Y. (2016). El rol de las arvenses como componente en la biodiversidad de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, *37*(4), 34-56. https://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.10964.19844

Carvajal-Arroyo, D. A., Cortés-Cortés, M. L., Ramírez-Muñoz, F., Murillo-Cruz, R., & Mora-Campos, D. (2026). Efecto de tres coberturas vivas (*Crotalaria juncea* L., *Pueraria phaseoloides* (Roxb.) Benth. y *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek) en la interfase planta-suelo de una plantación clonal de *Tectona grandis* L.f. *Revista De Ciencias Ambientales*, *60*(1), 1-22. https://doi.org/10.15359/rca.60-1.9

Charbonnier-Bascou, G., Nadal-Fiandra, N., & Lafluf-Berezán, P. I. (2011). *Efecto del tipo de boquilla y el volumen en las aplicaciones para control de enfermedades en trigo* [Tesis de Licenciatura, Universidad de la República]. Repositorio COLIBRI. http://hdl.handle.net/20.500.12008/9681

Domingos-Júnior, F. A., & Coelho, L. (2018). Effect of Brachiaria Grass on vegetative development of teak. *FLORAM*, *25*(4), 2-6. https://doi.org/10.1590/2179-8087.012615

Elizondo-Alvarado, M. J. (2016). *Suelos de Costa Rica orden ultisol. Boletín técnico 1*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria/INTA.

Fernández, O., & Leguizamón, E. (2015). *Malezas e invasoras de la Argentina. Tomo I: ecología y manejo* (1ª ed.). Universidad Nacional del Sur. https://ediuns.com.ar/wp-content/uploads/2018/02/Malezas-I-web.pdf

Franco-Gutiérrez, E. (2014). *Determinación de indicadores productivos del recurso humano en la finca Agualinda (Fredonia -Antioquia)* [Tesis de Licenciatura, Corporación Universitaria Lasallista]. Repositorio Unilasallista Corporación Universitaria. https://repository.unilasallista.edu.co/items/5de32546-c757-42ba-97cb-fffb3c42b3a1

Garau M. A., Ghersa, C. M., Lemcoff, J. H., & Baran, J. J. (2009). Weeds in *Eucalyptus globulus* subsp. *maidenii* (F. Muell) establishment: effects of competition on sapling growth and survivorship. *New Forests, 37*, 251-264. https://doi.org/10.1007/s11056-008-9121-8

Guerrero-Muñoz, K. N. (2021). *Estudio del uso de glifosato en el cultivo de Gmelina arborea en la zona "la Sucre", provincia de los Ríos* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Red de Repositorios de Acceso Abierto del Ecuador (RRAAE).

Guevara-Bonilla, M. (2011). Productividad y costos operacionales de la chapea mecanizada en plantaciones jóvenes de *Acacia mangium* en la zona norte de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, *8*(20), 27-30. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/376

Guevara-Bonilla, M., Briceño-Elizondo, E., Esquivel-Segura, E., Arguedas, M., & Arias-Aguilar, D. (2020). Cover crops as a weed control method and their effect on the initial growth of a *Tectona grandis* plantation. *Floresta*, *51*(1), 184-191.

Guevara-Bonilla, M., Gamboa-Arguedas, M., Arias-Aguilar, D., Briceño-Elizondo, E., & Esquivel-Segura, E. (2018). *Utilización de cultivos de cobertura como alternativa para el control de malezas, aumento de la fertilidad y maximización del crecimiento en plantaciones forestales comerciales recién establecidas* [Proyecto de investigación, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio Instituto Tecnológico de Costa Rica. https://repositoriotec.tec.ac.cr/items/af796fb1-5097-4191-9919-11eebdd016b1

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 Instituto Tecnológico de Costa Rica. https://repositoriotec.tec.ac.cr/items/274960d8-06a5-47d6-98ae-a14297b8c2ee

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). (2024). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2023: Resultados generales de la actividad agrícola y forestal*. Instituto Nacional de Estadística y Censos.

Jiménez-Velazco, J. J. (2015). *Evaluación de la intensidad y duración del control de malezas en una plantación comercial de eucalipto (Eucalyptus globulus* Labill*), de 0 a 1 año en la hacienda Santa María de Aglomerados Cotopaxi S.A., de la Parroquia Mulaló, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi* [Tesis de Licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. https://dspace.espoch.edu.ec/items/08d19cf6-abb1-416e-bfc3-44dcb4f1ce39

Kogan-Alterman, M., & Figueroa, E. R. (1999). Interferencia producida por las malezas durante los dos primeros años en *Pinus radiata* D. Don. *Bosque*, *20*(1), 57-64. https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/9045

Kramarov-de León, J. P., & Lapaz-Duarte, G. A. (2012). *Estudio de tiempo y movimientos en plantación mecaniza de E. grandis* spp [Tesis de Licenciatura, Universidad de la República]. Repositorio COLIBRI. http://hdl.handle.net/20.500.12008/1703

Luna-Sulca, M. D. (2021). *Rendimientos y costos del control de maleza a través del control químico y mecánico en una plantación de Guazuma crinita c. Mart. (Bolaina blanca), Tingo María.* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://hdl.handle.net/20.500.14292/2018

Martínez, H. (2015). *Teca (Tectona grandis* L.f.) *condiciones para su cultivo. Fomento de la reforestación comercial para la mejora y conservación de las reservas de carbono*. Editorial Banco Mundial/FONAFIFO/ONF. https://www.onfcr.org/wp-content/uploads/media/uploads/documents/ff_5_teca.pdf

Meza-Picado, V., Alfaro-Jiménez, K., Bedoya-Arrieta, R., Romero-Mora, M., Valerio-Madrigal, A., & Montenegro-Salas, P. (2019). *Reforestación comercial en Costa Rica, Regiones Huetar Atlántica, Huetar Norte y Chorotega.* UNA/INISEFOR. https://www.academia.edu/40386754/Reforestaci%C3%B3n_comercial_en_Costa_Rica_Regiones_Huetar_Atl%C3%A1ntica_Huetar_Norte_y_Chorotega

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2020). *Caracterización de la Agencia de Santa Rosa: Dirección de Extensión Agropecuaria.* Agencia de Extensión Agropecuaria.

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS). (2024, 1 enero). Salarios mínimos del sector privado. https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/salario_minimo.html

Moya, R; Bond, B., & Quesada, H. (2014). A review of heartwood properties of *Tectona grandis* trees from fast-growth plantations. *Wood Science and Technology*, *48*(2), 411-433. https://doi.org/10.1007/s00226-014-0618-3

Municipalidad de San Carlos. (2014). *Plan de Desarrollo Distrital, Pocosol: 2014-2024*. https://www.munisc.go.cr/documentos/NuestraMunicipalidad/Plan%20desarrollo%20Distrital%20de%20Pocosol.pdf

Muñoz-Cobo, M. P., & Vega-Macías, V. (2005). Estado actual del control de malas hierbas en olivar. *Vida Rural*, *46*, 1-7. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/vrural_2005_218_46_52.pdf

Pedreros, A. (2021). Manejo de malezas en producción con base agroecológica. En C. Céspedes & S. Vargas (Eds.). *Agroecología. Fundamentos y técnicas de producción, y experiencia en la Región de los Ríos* (pp. 249-265). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. https://hdl.handle.net/20.500.14001/68311

Pausas, J. G., & Keeley, J. E. (2022). Fire-released seed dormancy-A global synthesis. *New Phytologist, 233*(5), 2085-2098. https://doi.org/10.1111/nph.18063

Pezzutti, R. V., & Caldato, S. L. (2004). Efecto del control de malezas en el crecimiento de plantaciones de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* var. Elliottii y *Pinus elliottii* var. Elliottii x *Pinus caribaea* var. hondurensis. *Bosques (Valdivia), 25*(2), 77-87. https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002004000200008

Ramos-Hernández, E., Sol-Sánchez, Á., Guerrero-Peña, A., Obrador-Olán, J. J., & Carrillo-Ávila, E. (2011). Efecto de *Arachis pintoi* sobre las Arvenses asociadas al plátano macho (*Musa* aab), Cárdenas, Tabasco, México. *Agronomía Mesoamericana*, *22*(1), 51-62. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212011000100007

Ruiz-Hermosa, J. P. (2019). *Estudio de la correcta selección de boquillas para la aplicación Fitosanitaria. Revisión de la literatura científica de los últimos 10 años* [Tesis de Bachillerato, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Alicia CONYTEC. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUPN_b5342bb32024cd89b35de28ac11a7e4e

Villalba, J., Montouto, C., Cazaban, J., Caraballo, & Bentancur, O. (2010). Effect of Tillage Intensity on Herbicide Efficacy and *Eucalyptus* spp. Productivity. *Agrociencia (Uruguay), 14*(2), 45-54. https://doi.org/10.31285/AGRO.14.626

Agronomía Costarricense, Universidad de Costa Rica.
Se encuentra licenciada con Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.
Para mayor información escribir a rac.cia@ucr.ac.cr