

Posibilidades de uso del tetrabrik, como alternativa al sistema tradicional de bolsas negras con *Cedrela odorata*, en ambientes protegidos

MGA. JORGE MARIO HERNÁNDEZ LÓPEZ. ING. FOR.
Investigador CITTED-ECEN-UNED; jmhernandez@uned.ac.cr

Recibido: 19 febrero 2016

Aceptado: 14 marzo 2016

RESUMEN

En este estudio se estimó el crecimiento en plántulas de cedro amargo (*Cedrela odorata*) mediante la medición del incremento de altura de tallo, empleando tres dosis diferentes de fertilizante foliar (Pescagro); bajo la influencia de ambiente protegido; utilizando bolsas negras de polietileno y empaques tetrabrik. La investigación tuvo lugar en el Centro de Investigación, Transferencia Tecnológica y Educación para el desarrollo (CITTED), ubicado en la Perla de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. El trabajo de campo se llevó a cabo entre los meses de octubre y noviembre de 2009 con un total de 800 plántulas; distribuidas en 8 módulos con 100 plántulas cada uno, cada módulo fue dividido en cuatro submódulos de 25 unidades de registro, a las que se les aplicó diferentes dosis de un fertilizante foliar orgánico (1,5;3,0 y 6,0 ml/L). Un submódulo funcionó como testigo. Para el diseño estadístico del experimento se utilizó un modelo factorial y para detectar diferencias entre medias se realizó la prueba de Tukey. Durante la etapa final de la investigación (octubre de 2009), con el sistema de producción en bolsa y con la dosis de 3,0 ml/L de Pescagro, el cedro amargo creció hasta un máximo promedio de $79,13 \pm 21,65$ cm. Con este mismo sistema de producción se obtuvo el menor valor promedio de $26,14 \pm 21,18$ cm con el tratamiento testigo.

Con el sistema de producción tetrabrik y con la dosis de 6,0 ml/L de Pescagro, la especie creció en promedio un máximo de $78,62 \pm 6,43$ cm. Mientras que el mínimo valor promedio obtenido fue de $8,59 \pm 6,30$ cm con el tratamiento testigo. No obstante Según el efecto del tipo de ambiente; sistemas de producción y dosis de fertilizante foliar en condiciones del ambiente controlado del CITTED, para la especie forestal investigada no se encontraron diferencias estadísticas entre el sistema de polietileno (79,13 cm) con la dosis de 3,0 ml/L y el empaque tetrabrik (78,62cm); con la dosis de 6,0 ml/L con valores de $p=0,0001$. El resultado anterior indicaría que el empaque tetrabrik podría igualar o superar los incrementos en altura de tallo, pudiendo ser tan efectivo como el sistema de polietileno en el desarrollo de

las plántulas de cedro amargo con una dosificación mínima de 6,0 ml/L, del fertilizante foliar orgánico que se utilizó en el desarrollo de la investigación.

Palabras clave: Tetrabrik, invernadero, sustrato, bolsas, germinación, ambiente, crecimiento, tallo, especie.

ABSTRACT

In this study, the seedling growth was estimated; cedar (*Cedrela odorata*) by measuring the increase in stem height, using three different doses of foliar fertilizer (Pescagro); under the influence of protected environment; using black polyethylene bags and carton packaging. The research took place at the Center for Research, Technology Transfer and Development Education (CITTED), located in the Pearl of La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. Fieldwork was conducted between the months of October and November 2009 a total of 800 seedlings; in 8 modules with 100 seedlings each, each module was divided into four sub-modules 25 registration units, which were administered different doses of an organic foliar fertilizer (1.5, 3.0 and 6.0 ml / L). A submodule worked as a witness. For statistical factorial experiment design and model was used to detect differences between the Tukey test was performed. During the final stage of the investigation (October 2009), with the production system in the stock market and the dose of 3.0 ml / L Pescagro, bitter cedar grew to a maximum average of 79.13 ± 21.65 cm. This same production system the lowest average value of 26.14 ± 21.18 cm with the control treatment was obtained.

With the carton production system and with the dose of 6.0 ml / L Pescagro, the species grew on average a maximum of 78.62 ± 6.43 cm. While the minimum average value obtained was 8.59 ± 6.30 cm in the control treatment. However According to the effect of the environment; production systems and doses of foliar fertilizer in controlled environment conditions CITTED, for the investigated forest species no statistical difference between the system polyethylene (79.13 cm) dose of 3.0 ml / L and

packaging found tetrabrik (78,62cm); dose of 6.0 ml / L with $p = 0.0001$ values. This result would indicate that the packaging carton could match or exceed increases in stem height, may be as effective as polyethylene system in developing seedlings cedar with a minimum dosage of 6.0 ml / L, the organic foliar fertilizer that was used in the development of research.

Key words: Tetrabrik, gases, substrate, bags, germination, environment, growth, stem, species.

Introducción

La especie forestal cedro amargo (*Cedrela odorata*); se puede describir como un árbol de 40m de altura, fuste cilíndrico, fisurado, a veces con grietas profundas, gris claro a gris oscuro, gambas pequeñas a medianamente desarrolladas. Hojas paripinnadas, alternas; folíolos 5-12 pares, opuestos, ovado-lanceolados a oblongo-lanceolados, 7-16 cm de largo y 3-7 cm de ancho, ápice corto acuminado, glabros o escasamente puberulentos. Inflorescencias panículas terminales o subterminales, muy ramificadas, glabras o

puberulentas, 20-40 cm de largo. Flores blancas a blanco amarillento. Frutos cápsulas, leñosas, oblongo-elipsoides a obovoides, dehiscentes por 5 valvas, lenticeladas, 2,5-3,5 cm de largo. Semillas aladas, pardas, 2-3 cm de largo incluyendo el ala (Jiménez, 2002).

En lo que respecta a la silvicultura de las semillas de cedro amargo Jiménez (2002) reportó que la semilla pierde rápidamente su viabilidad, por lo que se recomienda una pronta siembra, aunque también se pueden almacenar hasta un año en cámaras a temperatura de 3-5 °C y contenidos de humedad de 10-12%.

En lo concerniente al manejo de cedro amargo en viveros Jiménez (2002) señaló que se reproduce fácil y rápidamente pues germina entre 10-15 días posteriores a su siembra. Jiménez (2002) indicó que “tradicionalmente se produce en bolsas (aunque también en pseudoestacas y a raíz desnuda), para lo cual se recomienda ponerlas a germinar en cajones de arena, regando cerca de 1500 semillas por metro cuadrado, las cuales 4 horas antes de la siembra se han puesto en agua para facilitar la germinación”.



Figura 1. Plántulas de cedro amargo (*Cedrela odorata*); en proceso de germinación bajo condiciones de ambiente protegido en el CITTED, Fortuna, San Carlos, agosto de 2009.

Según Rivera et al., (2010) esta especie se considera como vulnerable y se le asigna la categoría VU A1cd+2cd, de acuerdo con las categorías y criterios de la Lista Roja UICN (Americas Regional Workshop 1998, www.uicnredlist.org), sus amenazas son la reducción de sus poblaciones naturales, la reducción de su hábitat y la explotación a la que ha sido sometida por más de 200 años. Una especie se considera vulnerable cuando sus poblaciones silvestres tienen un alto riesgo de extinción a mediano plazo, por lo que se requieren medidas para su conservación.

Según Jiménez y Poveda, (1995); el cedro amargo es una especie forestal que se encuentra representada prácticamente en todas las regiones del país, sin embargo la clasifican como escasa y en peligro de extinción, de acuerdo con los patrones de consumo local de su valiosa madera.

En este estudio se realizó una comparación de crecimientos en Cedro amargo (*Cedrela odorata*); usando bolsas negras de polietileno de 4”

x 6” y empaques tetrabrik (Tetra Brik Aseptic) bajo condiciones de ambiente controlado; evaluando la altura de tallo; mediante el uso de tres dosis diferentes de un fertilizante foliar orgánico.

El presente estudio busca brindar una nueva alternativa para la reproducción de, cedro amargo (*Cedrela odorata*) la cual tradicionalmente se ha reproducido bajo el sistema de bolsas negras de polietileno, proponiendo para ello los empaques tetrabrik de 250 mililitros, con el empleo de tres dosificaciones o concentraciones distintas de un fertilizante foliar a base de harinas de pescado, bajo la influencia de un ambiente protegido.

Materiales y métodos

El estudio tuvo lugar en la comunidad de la Perla de La Fortuna, en San Carlos, Zona Norte de Costa Rica, en las instalaciones del Centro de Investigación, Transferencia Tecnológica y Educación para el Desarrollo (CITTED); de

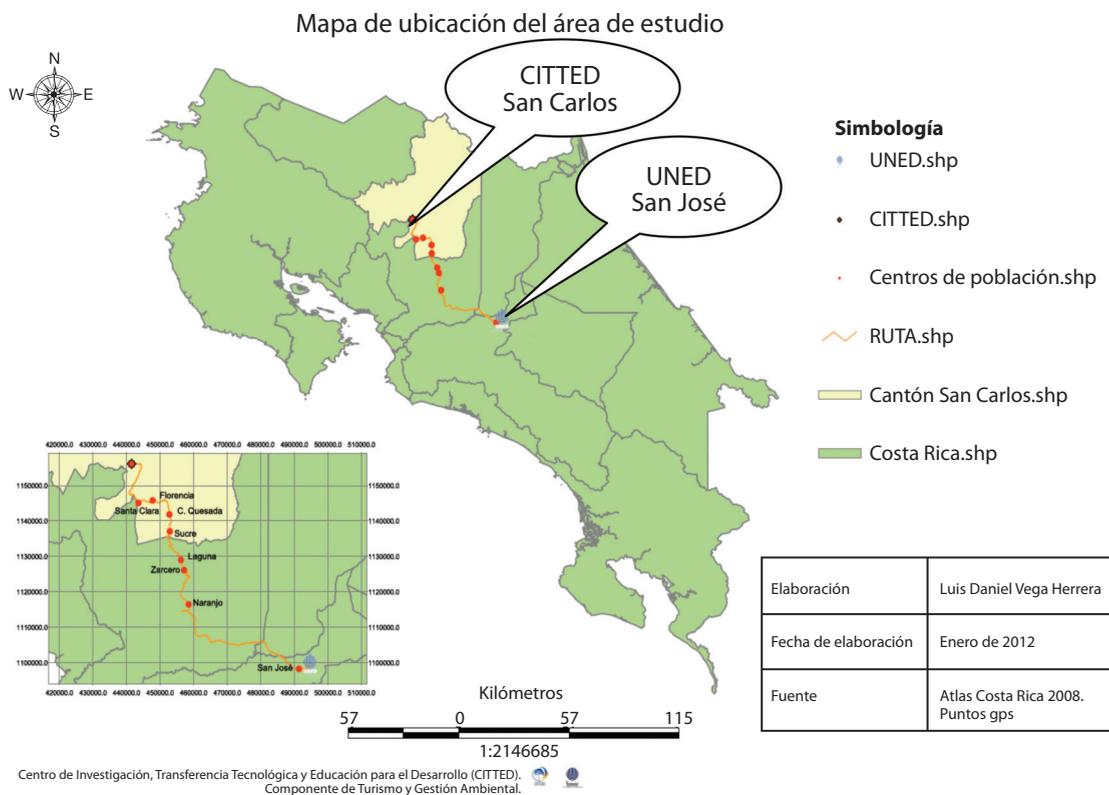


Figura 2. Mapa con ubicación aproximada del área de estudio en el CITTED; Fortuna, San Carlos, Octubre de 2009.

la Universidad Estatal a Distancia (UNED); (10°27'17.8" N y 084°32'02.7" O), con una altitud promedio de 95 msnm Fig. 2.).

Semillas de cedro amargo (*Cedrela odorata*) provenientes de la recolección en el campo directamente de árboles semilleros ubicados alrededor del CITTED; fueron sembradas en camas de germinación, ubicadas dentro del invernadero. Estas camas consistían en cajones de madera de 1m de ancho, 1m de largo y 0.2m de profundidad; con patas de 1m de altura. El fondo de los cajones se diseñó en madera o lámina lisa con sistema de drenaje, para contener los materiales como la piedra cuarta al fondo de la cama, una capa intermedia de aserrín u hojarasca y una primera capa de arena de río. Las semillas se colocaron en cada cama de germinación en líneas a chorro seguido y cada línea separada por unos 5 cms. Todas las semillas fueron tapadas con arena para evitar que quedaran expuestas. Todo el material de germinación conjuntamente con todas las semillas recibió una aplicación de esporas del hongo (*trichoderma spp*) en sustrato de arroz cocinado, como preventivo contra un posible ataque de royas o mildiús en las plántulas en sus primeros estadios de crecimiento.

El ambiente protegido se caracterizó por tener un armazón en tubería galvanizada de aproximadamente una pulgada de espesor, con paralelos de un metro y semicírculos ubicados cada metro, que soportaban el techo de plástico transparente y sarán verde; con un monitor al centro de la estructura para evitar los excesos de calor. Este monitor estuvo protegido por una capa de malla antiáfidos, al igual que las paredes laterales y frontales de la estructura, incluidas las dos compuertas de cierre, ubicadas por el frente sur. El piso con drenajes al centro y capas de piedra cuarta, con una capa externa de arena, todo recubierto de un plástico especial denominado gran cover. Toda la estructura abarcó un área de 100 metros cuadrados.

En la preparación del sustrato se colocaban los materiales en capas circulares, colocando 2 carretillos de tierra, 0.5 carretillos de arena, 0.5 carretillos de ceniza y un saco de lombricompost, en ese orden hasta apilar y gastar unos 6 sacos de abono orgánico. Finalmente se mezclaron

todos los materiales hasta obtener un color uniforme. En este sitio se colocó un cobertizo con plástico negro sujetado por los extremos a cuatro postes rollizos de unos 2.5 m de altura; con el fin de proteger el sustrato del exceso de agua por lluvia. El sustrato final quedó constituido por un 50% de suelo de los paredones del río Burro y un 50% de lombricompost. La mezcla resultante se utilizó en el llenado de 400 tetrabrik y 400 bolsas, para un total de 800 unidades de monitoreo para todo el experimento. La técnica de llenado de las bolsas y los tetrabrik, consistió en colocar el sustrato dentro del contenedor con la mano o cucharas plásticas, dando pequeños golpeteos contra el suelo para que se fuera acomodando el sustrato dentro del recipiente hasta completar su capacidad. Todos los contenedores fueron colocados en grupos de 100 unidades, a cada unidad se le colocó un número (de 1 a 100) en un trozo de tetrabrik de unos 10 cm² recortado con tijeras de oficina y posteriormente sujetado con grapadora en la parte superior del recipiente con una grapa tamaño estándar 26/6. Los números fueron trazados con marcador permanente en la cara blanca de aluminio del trozo de tetrabrik. La disposición final de los tetrabrik, fue de 100 unidades por módulo experimental, cada módulo conformado por 25 unidades experimentales con 75 repeticiones en tres series de 25, por cada sistema de producción, teniendo así la conformación de un tratamiento más un módulo testigo con 100 unidades distribuidas en 2 series de 25 por cada sistema de producción. La distribución final fue de 8 módulos experimentales incluyendo los módulos testigo, los cuales quedaron listos para las labores de repique y trasplante.

Después de iniciada la germinación de las semillas de cedro amargo, entre 10 y 15 días y cuando las plántulas tenían como mínimo dos hojas verdaderas se efectuó el repique y trasplante a las bolsas y el tetrabrik de todo el experimento. Las plántulas se extrajeron de las camas de germinación, (después de una aplicación abundante de agua sobre la cama por micro nebulización, con el fin de facilitar dicha actividad) en grupos de 100 unidades, las cuales se colocaban sobre un recipiente plástico con unas servilletas o tallas de papel en el fondo, se cubría el sistemas



Figura 3. Arbolitos de cedro amargo (*Cedrela odorata*) en bolsa; numerados y ubicados en su respectivo módulo de investigación, ambiente protegido del CITTED, Fortuna, San Carlos, agosto de 2009.

radical con arena de la cama, cubriendo después con otro grupo de servilletas. La siembra consistió básicamente en hacer un pequeño hueco sobre el sustrato del recipiente con el dedo índice o un trozo de madera con el grosor aproximado de un lápiz, para luego colocar un arbolito en dicho orificio apretando en un solo tiempo el sistema radical con los dedos índice y pulgar, cuidando

que el arbolito quedase en posición vertical y bien plantado.

Cuando las plántulas o arbolitos tenían aproximadamente 15 días y con el 100% de sobrevivencia, se inició con la primera medición de altura de tallo, y aplicación de fertilizante foliar.

Se efectuaron aplicaciones de un fertilizante foliar orgánico conocido comercialmente como



Figura 4. Arbolitos de cedro amargo (*Cedrela odorata*) en tetrabrik; ubicados en su respectivo módulo de investigación, ambiente protegido del CITTED, Fortuna, San Carlos, agosto de 2009.

PESAGRO a razón de 1,5 ml/L, 3,0 ml/L y 6,0 ml/L; a intervalos de 15 días en todas las plántulas que se produjeron, exceptuando las unidades del módulo Testigo, las que no tuvieron ningún tipo de aplicación de fertilizante foliar o granulado.

El módulo Testigo cumplió la función de servir como comparativo, las unidades incluidas en este módulo no recibieron fertilización foliar, únicamente recibieron un 50% de lombricompost en la mezcla del sustrato inicial.

La recopilación de los datos de campo del experimento se realizó efectuando mediciones con cinta métrica metálica graduada en milímetros, centímetros y pulgadas, a la sección del tallo, definida entre el cuello de la raíz y el primer par de hojas verdaderas. Las mediciones fueron realizadas cada 15 días; durante 90 días a 800 arbolitos. Los datos numéricos fueron tabulados en hojas de campo, confeccionadas previamente para tal fin. Se tomaron fotografías durante todo el tiempo que duró el experimento para ilustrar los diferentes procesos de crecimiento del cedro amargo.

En el análisis de la información de los datos de campo, se usó un modelo estadístico experimental factorial con cuatro tratamientos (incluido el Testigo); distribuidos en 32 parcelas con 25 repeticiones por cada parcela tratada, para un total de 800 unidades de muestreo. Con los datos registrados en las hojas de campo; se procedió a la digitalización en hojas electrónicas de Excel 2010, para ser posteriormente al final del proceso; analizados con el programa estadístico Infostat. Con este programa estadístico se corrieron en primer instancia todos los datos del experimento y posteriormente los datos correspondientes al último mes de medición, generando un análisis de varianza y prueba de comparación de medias (prueba Tukey). Los datos graficados corresponden con valores promedios de las mediciones aplicadas desde agosto hasta setiembre de 2009 en el CITTED.

Resultados y discusión

Al finalizar el primer mes de investigación (agosto; 2009), para el sistema de producción en bolsa los arbolitos alcanzaron una altura de

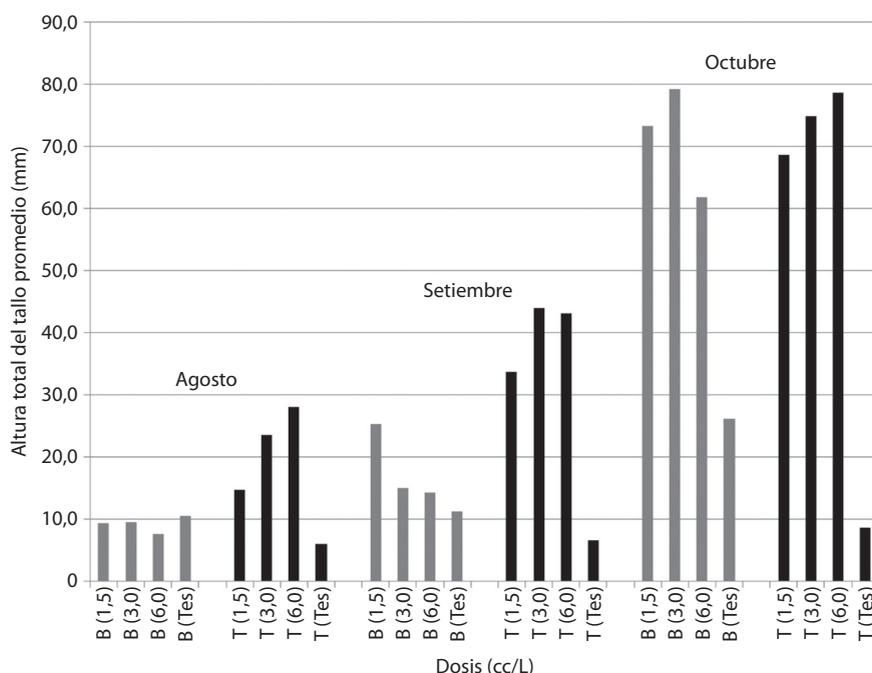


Figura 5. Crecimiento promedio mensual de altura de tallo (cm), en bolsa y tetrabrik; con arbolitos de cedro amargo (*Cedrela odorata*) con diferentes dosis (ml/L) de fertilizante foliar (1.5,3.0,6.0 y testigo) bajo condiciones de ambiente protegido; desde agosto hasta octubre del 2009, en la Fortuna, San Carlos.

tallo promedio de $10,54 \pm 8,81$ cm con el testigo. El valor más bajo registrado para dicha variable fue de $7,57 \pm 2,44$ cm una dosis de 6,0 ml/L de Pescagro (Figura 5).

Con el sistema de producción tetrabrik el cedro amargo (*Cedrela odorata*) presentó una altura de tallo promedio de $28,03 \pm 2,82$ cm con la dosis de 6,0 ml/L de fertilizante foliar. El promedio más bajo fue para el testigo con $6,09 \pm 1,72$ cm. (Figura 5).

Finalizado el segundo mes de medición (septiembre; 2009), para el sistema de bolsa con la dosis de 1,5 ml/L de Pescagro; la especie forestal investigada desarrolló una altura de tallo promedio de $25,26 \pm 5,88$ cm. Mientras que el promedio mínimo para dicha variable fue de $11,16 \pm 13,37$ cm con el tratamiento testigo (Figura 5).

Para tetrabrik con la dosis de 1,5 ml/L de Pescagro; cedro amargo generó una altura de tallo promedio de $43,96 \pm 10,04$ cm; con la dosis de 3,0 ml/L de Pescagro. El valor mínimo obtenido fue de $6,60 \pm 1,54$ cm con el testigo (Figura 5).

Al término de la investigación (octubre; 2009), con el sistema de bolsa y con la dosis de 3,0 ml/L de Pescagro; el cedro amargo registró una altura promedio de $79,13 \pm 21,65$ cm con la dosis de 3,0 ml/L de Pescagro. El promedio más bajo obtenido para la variable monitoreada fue de $26,14 \pm 21,18$ cm con el testigo (Figura 5).

Con el tetrabrik, cedro amargo generó una altura de tallo promedio de $78,62 \pm 6,43$ cm; con la dosis de 6,0 ml/L de Pescagro. El promedio mínimo obtenido fue de $8,59 \pm 6,30$ cm para el testigo (Figura 5).

Efecto de la dosis con fertilizante foliar orgánico

Para esta especie no se encontró diferencias estadísticas en la variable altura de tallo únicamente con la dosificación 6,0 ml/L (seis) de fertilizante foliar Pescagro; con valores de $p=0,05$ (Cuadro 1).

Para el primer mes de medición con el sistema de producción de polietileno; la especie registra su mejor crecimiento con el testigo. Sin embargo no existen pruebas suficientes para evidenciar que las diferencias observadas en crecimiento obedecen a las dosificaciones de Pescagro usadas

Otro aspecto importante en las diferencias encontradas pudo ser producto de la ausencia o presencia de micorrizas en el sustrato utilizado para el llenado de bolsas o tetrabriks. Según Cuervo (1997) citado por Hernández y Salas; (2009); existe cierto grado de especificidad entre el hongo micorrícico y las especies forestales. Afirmó que los hongos más comunes encontrados en los suelos donde crecen en forma natural el laurel (*Cordia alliodora*) y el roble sabana (*Tabebuia rosea*) pertenecen a los géneros Glomus y Gigáspora. Los resultados de una investigación con dichas especies número de hojas y peso seco; mostraron un mejor crecimiento en ambas especies forestales.

Dado que cedro amargo tuvo el mayor valor de crecimiento con la dosificación más alta y el menor con el testigo. Se sugiere una respuesta del cedro que pareciera ser directamente

CUADRO 1

Efecto de la dosificación con fertilizante foliar Pescagro en el incremento de altura de tallo en cedro amargo (*Cedrela odorata*) a los tres meses de edad en La Fortuna de San Carlos; octubre de 2009

Factores		MEDIAS		Comparación de medias
Especie (A)	Dosis (D)	Altura de tallo (cm)	n	
Cedro amargo	Testigo	15,49	400	A
Cedro amargo	Uno punto cinco	41,05	400	E
Cedro amargo	Seis	41,06	400	E
Cedro amargo	Tres	45,41	400	F

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), prueba Tukey.

proporcional a las concentraciones de Pescagro con las dosis suministradas.

Con el empaque tetrabrik el valor de crecimiento más alto se obtuvo con la dosificación media; mientras que el valor más bajo de todos con el testigo.

En este punto los arbolitos sin importar el sistema de producción o dosificaciones utilizadas, se encontraban en un rango de altura entre los 7 y 44 cm. La competencia por espacio, agua, luz y nutrientes; pudo ser un factor que incrementara tales diferencias o variabilidad en crecimiento, especialmente en cedro amargo con el sistema de bolsa.

Al respecto Tinker (1978) citado por Hernández y Salas (2009); “afirmó que la respuesta en el crecimiento de las plantas usualmente está relacionado con la nutrición a nivel de P y que es más evidente en suelos de baja fertilidad”. De acuerdo con la afirmación anterior se considera que las diferencias observadas en crecimiento es probable que se deban mayormente a otros factores y no a la nutrición suministrada, ya que el sustrato usado en el llenado de bolsas y tetrabrik fue enriquecido con abono orgánico certificado en un 50%.

En este punto los arbolitos, se encontraban en un rango de altura entre los 26,14 y 79,13 cm; presentando el sistema de producción en bolsa con una dosis intermedia (3,0 ml/L de Pescagro); el mayor crecimiento de todo el ensayo.

Con el tetrabrik esta especie forestal registró; el valor de crecimiento más alto de todos

con la dosificación de 6;0 ml/L de Pescagro; generándose también el valor más bajo de todos con el tratamiento testigo.

En este punto los arbolitos, se encontraban en un rango de altura entre los 9 y 79 cm; presentando el sistema de producción en bolsa con una dosis de 3,0 ml/L de Pescagro; el mayor crecimiento de todo el ensayo para cedro amargo.

Para el empaque tetrabrik el mayor crecimiento ($78,62 \pm 6,43$ cm) de todo el ensayo se registró con la dosificación más alta (6,0 ml/L de Pescagro); también para cedro amargo.

Tanto para el sistema de producción en bolsa como para el empaque tetrabrik, se registraron los valores de crecimiento más bajos ($26,14 \pm 21,18$ cm y $8,59 \pm 6,30$ cm) de todo el ensayo con el testigo.

Efecto del ambiente de desarrollo y sistemas de producción

En condiciones de ambiente protegido, para esta especie se encontraron diferencias significativas en la variable altura de tallo, con los dos sistemas de producción investigados; con valores de $p \leq 0,05$ (Cuadro 2).

Según el efecto del tipo de ambiente y sistemas de producción manteniendo constante las dosis, en cedro amargo fueron muy acentuadas las diferencias en crecimiento; este comportamiento sugiere que las condiciones de ambiente controlado favorecen notoriamente el desarrollo de la altura de tallo de las plántulas.

CUADRO 2

Efecto de ambiente de desarrollo y sistemas de producción en el incremento de altura de tallo en cedro amargo (*Cedrela odorata*) a los tres meses de edad en La Fortuna de San Carlos; octubre de 2009

Especie (A)	Factores		MEDIAS	n	Comparación de medias
	Ambiente (B)	Empaque (C)	Altura de tallo (cm)		
Cedro amargo	Invernadero	Tetrabrik	57,66	400	D
Cedro amargo	Invernadero	Polietileno	60,07	400	E

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), prueba Tukey.

Efecto del ambiente de desarrollo; sistemas de producción y dosificación con fertilizante foliar orgánico

Las menores diferencias estadísticas con el sistema de polietileno y el empaque tetrabrik se dieron con la dosis de 3,0 ml/L (tres); con valores de $p \leq 0,05$ (Cuadro 2).

Según el efecto del tipo de ambiente; sistemas de producción y dosis de fertilizante foliar

orgánico en condiciones de invernadero para cedro amargo no se encontró diferencias estadísticas con el sistema de polietileno (79,13 cm) y el empaque tetrabrik (78,62cm); con la dosis de 3,0 ml/L con valores de $p=0,0001$.

El anterior comportamiento indica que el empaque tetrabrik resultó ser tan efectivo como el sistema de polietileno en el desarrollo de las plántulas de cedro amargo con una dosificación intermedia.

CUADRO 3

Efecto de la dosificación con fertilizante foliar Pescagro en invernadero y sistemas de producción, en el incremento de altura de tallo en cedro amargo (*Cedrela odorata*) a los tres meses de edad, en La Fortuna de San Carlos; octubre de 2009

Especie (A)	Factores			MEDIAS		Comparación de medias
	Ambiente (B)	Empaque (C)	Dosis (D)	Altura de tallo (cm)	n	
Cedro amargo	Invernadero	Tetrabrik	Testigo	8,5	100	A
Cedro amargo	Invernadero	Polietileno	Testigo	26,14	100	F
Cedro amargo	Invernadero	Polietileno	Seis	61,82	100	L
Cedro amargo	Invernadero	Tetrabrik	Uno punto cinco	68,55	100	M
Cedro amargo	Invernadero	Polietileno	Uno punto cinco	73,19	100	N
Cedro amargo	Invernadero	Tetrabrik	Tres	74,86	100	N
Cedro amargo	Invernadero	Tetrabrik	Seis	78,62	100	O
Cedro amargo	Invernadero	Polietileno	Tres	79,13	100	O

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$), prueba Tukey.

Conclusiones

Los resultados promedio obtenidos de $79,13 \pm 21,65$ cm para el sistema de bolsas con una dosis de 3,0 ml/L de fertilizante foliar y de $78,62 \pm 06,43$ cm para el tetrabrik con una dosis de 6,0 ml/L de fertilizante foliar. Sugieren que los tetrabrik podrían igualar o superar los incrementos en altura de tallo, pudiendo ser tan efectivos como el sistema de polietileno en el desarrollo de las plántulas de cedro amargo con una dosificación mínima de 6,0 ml/L, del fertilizante foliar orgánico que se utilizó en el desarrollo de la investigación.

Para los dos sistemas de producción evaluados en el ambiente protegido las menores alturas de tallo registradas para cedro amargo (*Cedrela odorata*) fueron para las unidades experimentales consignadas como testigo.

En general todos los arbolitos tratados con las diferentes dosis del fertilizante foliar orgánico, presentaron mayores incrementos en altura total del tallo, respecto de las unidades tratadas como testigo.

El sistema de bolsas parece ser de acuerdo con los datos obtenidos un sistema de producción muy consistente, para la reproducción de la especie forestal evaluada, independientemente del ambiente productivo y las diferentes dosis de fertilizante foliar utilizadas. Sin embargo el empaque tetrabrik mostró características que lo convierten en un potencial sistema para ser considerado en futuros viveros que tengan una tendencia a producir bajo conceptos más amigables con el ambiente.

Con el uso del tetrabrik se obtienen ventajas como mayor facilidad de llenado con sustrato,

menor tiempo de acomodado en bancales, facilidad para ejecución de poda radical, menor tiempo de degradación, mayor facilidad de carga y transporte de arbolitos a los sitios de plantación.

Con el tetrabrik se presentan algunas desventajas como: lleva cierto tiempo la recolección, se debe aplicar un lavado, secado y perforación y el transporte de los recipientes vacíos es un poco incómodo. Aun así los empaques tetrabrik de 250 ml si resultaron ser tan efectivos como las bolsas negras de polietileno de 10 * 15 (cm), para la reproducción de cedro amargo en ambientes controlados, como el del CITTED, en la Fortuna de San Carlos, Costa Rica.

Recomendaciones

Realizar nuevas investigaciones pero con un menor número de unidades experimentales y una mayor variación de dosis, para determinar si efectivamente en ambientes protegidos para obtener alturas de tallo con un promedio entre 70 a 80 centímetros, es conveniente producir el cedro amargo en empaques tetrabrik de 250 mililitros con dosis de 6,0 (ml/L) o en bolsas de polietileno de 10 cm de ancho y 15 cm de altura con dosis de 3,0 (ml/L) de un fertilizante foliar a base de harinas de pescado.

Debido a que para los dos sistemas de producción ensayados (bolsas y tetrabrik) en el ambiente protegido las menores alturas promedio de tallos registradas para cedro amargo (*Cedrela odorata*) coinciden con las unidades experimentales tratadas como testigo, se recomienda optimizar actividades silviculturales como suministro de agua mediante un riego adecuado, deshierba y fertilización continua, así como el manejo óptimo de luminosidad a fin de que no se conviertan en elementos críticos del crecimiento del tallo. Este es un criterio de gran utilidad sobre todo cuando en los viveros se quiere producir material genético (arbolitos) de altísima calidad para proyectos de reforestación cuyo objetivo es la obtención de madera para aserrío en el turno de cosecha final.

Agradecimientos

Centro de Investigación, Transferencia Tecnológica y Educación para el Desarrollo (CITTED); Centro Universitario San Carlos (05); programa de Manejo de Recursos Naturales (MARENA); Escuela de Ciencias Exactas y Naturales (ECEN-UNED); Escuela Técnica Agrícola Industrial (ETAI); Escuela de Matemática (UNED); Escuela de Economía (ITCR); Escuela de Ciencias Ambientales (UNA); Programa de horas beca (UNED) y Unidad de Transportes (UNED).

Referencias

- Arteaga, L. 2006. Crecimiento y herbivoría de plántulas de *Cedrela odorata* (Meliaceae) comparando un área abierta y otras bajo regeneración natural en la Estación Biológica Tunquini. *Ecología en Bolivia*. [online], vol.41, no.2 [citado 17 Enero 2012], p.130-137. Disponible en la World Wide Web: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1605-282006001000004&lng=es&nrm=iso. ISSN 1605-2528.
- Bermúdez; M. 2007. Botánica general material básico y guía de estudio. EUNED. Universidad Estatal a Distancia; San José, Costa Rica. Pág. 89.
- Campos, I. 2008. Saneamiento ambiental. 2ª. reimp. de la 1ª. ed. EUNED. Universidad Estatal a Distancia; San José, Costa Rica. 118-119pp.
- Delgado, A. 2003. Crecimiento de especies forestales nativas en la zona norte de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, Editorial de la Universidad de Costa Rica. MAG/CIA/UCR. San José, Costa Rica. 27(1).63-78.
- Díaz, A; Brenes, C.; Cascante, D. y Ovares, C. 2010. Plagas y enfermedades forestales en Cedro amargo (*Cedrela odorata*). Escuela de Ciencias Ambientales; Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica. Consultado lunes 16 de enero de 2012. En red: http://www.ambientales.una.ac.cr/files/Silvia_Berrocal/Cedrela%20odorata.pdf

- Fallas, J. 1993. Elementos de estadística inferencial: recopilación de material didáctico; curso estadística I. Escuela de Ciencias Ambientales; Universidad Nacional; Heredia, Costa Rica. 120p.
- Fallas, R. 2005. Guía ambiental educativa. 1ª. ed. EUNED. Universidad Estatal a Distancia; San José, Costa Rica. 27-28pp.
- Fetcher, N.; Oberbauer, S.; Rojas, G. y Strain, B. 1987. Efectos del régimen de luz sobre la fotosíntesis y el crecimiento en plántulas de árboles de un bosque lluvioso tropical de Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*. 35(Suplem.1).97-110pp. Consultado el 24 de enero de 2012. En red: <http://wilkes.edu/PDFFiles/WEISS/Fetcher/Fetcher%20et%20al%20RevBiolTrop%201986.pdf>.
- Flores, E. 1994. La planta: estructura y función. 2ª. ed. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. Pág. 265.
- Gutiérrez, M. y Jiménez, K. 2007. Crecimiento de nueve especies de palmas ornamentales cultivadas bajo un gradiente de sombra. *Agronomía Costarricense*, Editorial de la Universidad de Costa Rica. MAG/CIA/UCR. San José, Costa Rica. 31(1).09-19.
- Hernández, J. 2009. Análisis del uso potencial de empaques tetrabrik en viveros forestales, como alternativa al sistema de bolsas negras de polietileno con dos especies maderables nativas de alto valor comercial, cedro amargo (*Cedrela odorata*) y cenízaro (*Samanea saman*); en *Ambiente Controlado y Natural* (Tesis de Licenciatura); CITTED, Universidad Estatal a Distancia, Fortuna, Costa Rica.
- Hernández, W. y Salas, E. 2009. La inoculación con *Glomus fasciculatum* en el crecimiento de cuatro especies forestales en vivero y campo. *Agronomía Costarricense*, Editorial de la Universidad de Costa Rica. MAG/CIA/UCR. San José, Costa Rica. 33(1).17-30.
- Jiménez, Q. 2002. Árboles maderables de Costa Rica: ecología y silvicultura. 1ª.ed. INBio. Instituto Nacional de Biodiversidad; Santo Domingo de Heredia, Costa Rica. Pág. 78,79; 264,265.
- Jiménez, Q. y Poveda, L. 1996. Lista actualizada de los árboles maderables de Costa Rica: aportes al desarrollo sostenible. 1ª. ed. Universidad Nacional; Heredia, Costa Rica. 36p.
- Lemercrert, J. 1979. Instalaciones y manejo de viveros forestales. Documento de trabajo N° 12. EUNED. FAO. Proyecto PUND/FAO/COS/013. 26p.
- León, O y Montero, I. 2001. Cómo explicar el concepto de interacción sin estadística: análisis gráfico de todos los casos posibles en un diseño 2*2. *Psicothema*. Vol. 13, nº1. Pp159-165. Consultado el 12 de octubre de 2011. En red: <http://www.psicothema.com/pdf/428.pdf>
- Piña, M y Arboleda, M. 2010. Efecto de dos ambientes lumínicos en el crecimiento inicial y calidad de plantas de Júcaro (*Crescentia cujete*). *Bioagro*, Dpto. de Ciencias Biológicas, Decanato de Agronomía, de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" de Barquisimeto. Venezuela. 22(1).61-66. Consultado el 13 de setiembre de 2012. En red: <http://www.scielo.org.ve/pdf/ba/v22n1/art08.pdf>
- Rivera, D.; Víquez, H.; Castro, K. y Álvarez, C. 2010. Estado poblacional y comercio de *Cedrela odorata* L. y *Dalbergia retusa* Hemsl. EN COSTA RICA. Ministerio del Ambiente, Energía y Telecomunicaciones (MINAET) y Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC). San José, Costa Rica. PP71-113. Consultado el 16 de Enero de 2012. En red: <http://www.cites.org/common/com/PC/19/S19i-04.pdf>
- Rojas, F. 2006. Viveros forestales. 2ª. reimpr. de la 2ª. ed. EUNED. Universidad Estatal a Distancia; San José, Costa Rica. 19-45 pp.
- Rojas-Molina, J. 2005. Secuestro de carbono y uso de agua en sistemas silvopastoriles con especies maderables nativas en el trópico seco de Costa Rica. Tesis Mag. Sc.Turrialba, CR, CATIE. Pag.21. consultado el 16 de enero de 2012. En red: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0724e/A0724e.pdf>
- Steel, R. y Torrie J. Bioestadística: principios y procedimientos. 2ª. ed. Primera en español. McGRAW-HILL; México.D.F. 328-329 pp.
- Triola, M. 2006. Estadística para ciencias sociales. 9ª. ed. Pearson Educación; Naucalpan de Juárez, Mexico. 38-85 pp.
- Verduzco, C. 2009. Uso de calc de openoffice en el análisis de diseños experimentales. Tesis Lic. Prof. Chapingo, Texcoco. Estado de México. Universidad Autónoma de Chapingo, división de ciencias forestales. 18-25pp. consultado el 13 de setiembre de 2012. En red: <http://www.veterinaria-online.com.ar/libros-gratis/dise%C3%B1o-experimental-factorial-ejercicios-resueltos-pdf-3.html>

