

Empaques tetrabrik, una alternativa de uso al sistema de bolsas negras con *Samanea saman*, en ambiente controlado

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

Recibido: 19 febrero 2016

Aceptado: 17 marzo 2016

RESUMEN

En este estudio se estimó el crecimiento en plántulas de cenízaro (*Samanea saman*) 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 el último mes de investigación (octubre de 2009), con el sistema de producción en bolsa y con la dosis de 3,0 ml/L de Pescagro, el cenízaro creció hasta un máximo promedio de $60,83 \pm 19,80$ cm. Para este mismo sistema de producción se obtuvo el menor valor promedio de $42,46 \pm 14,20$ 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 $52,79 \pm 1,70$ cm. Mientras que el mínimo valor promedio obtenido fue de $33,78 \pm 5,04$ 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 si se encontraron diferencias estadísticas entre el sistema de polietileno (60,83 cm) con la dosis de 3,0 ml/L y el empaque tetrabrik (52,79cm); con la dosis de 6,0 ml/L con valores de $p=0,0001$. El resultado anterior indicaría que el empaque tetrabrik podría ser tan efectivo como el sistema de polietileno en el desarrollo de las plántulas de cenízaro con una dosificación igual o mayor a 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, copa, hojas, especie.

ABSTRACT

In this study the growth in Cenizaro's seed (*Samanea saman*) was estimated 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 last month of investigation (October 2009), with the production system in garden bag and the dose of 3.0 ml / L Pescagro, the cenízaro grew to a maximum average of 60.83 ± 19.80 cm. For this same production system the lowest average value of 42.46 ± 14.20 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 52.79 ± 1.70 cm. While the minimum average value obtained was 33.78 ± 5.04 cm in the control treatment. However according to the effect of the environment; production systems and doses of foliar fertilizer in controlled environment conditions at CITTED, for forest species investigated whether statistical differences between the system polyethylene (60.83 cm) dose of 3.0 ml / L and packaging found tetrabrik (52,79cm); dose of 6.0 ml / L with $p = 0.0001$ values. This result would indicate that the carton packaging could be as effective as polyethylene system in developing seedlings cenízaro with a dosage equal

to or greater than 6.0 ml / L, the organic foliar fertilizer that was used in the development of the investigation.

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

Introducción

La especie forestal cenízaro (*Samanea saman*); se puede describir como un árbol hasta 35 m de altura, y 1 m de diámetro, fuste cilíndrico, negruzco a grisáceo, ramificado abaja altura. Hojas bipinnadas, 2-6 pares de pinnas, cada penna con 2-8 pares de folíolos asimétricos, ovados a oblongos, 4 cm de largo y 2 cm de ancho, puberulentos. Flores llamativas por sus estambres de color rosado, dispuestas en grupos florales laterales. Frutos legumbres aplanadas, 15-20 cm de largo y 2-3 cm de ancho, curvadas, glabras. Semillas más o menos 20, oblongas, aplanadas, pardas, aproximadamente 10 mm de largo y 7 mm de ancho (Jiménez, 2002).

García (2003) indicó que el cenízaro en los Estados Unidos y en sus posesiones, crece en Hawaii, la Florida, Puerto Rico, las Islas Vírgenes, Guam y las Marianas del Norte. Se ha naturalizado en Hawaii, Puerto Rico y las Islas Vírgenes. Se reporta que el árbol fue introducido a Hawaii en 1847, cuando Peter A. Brinsmade, un ejecutivo de visita en Europa, regresó a Hawaii supuestamente pasando por Panamá y con dos semillas, ambas de las cuales germinaron. Una de estas plántulas se sembró en el centro de Honolulu y la otra en Koloa, en la isla de Kauai. Estas plántulas son posiblemente los progenitores de todos los árboles de samán en Hawaii.

De acuerdo con la silvicultura de las semillas de cenízaro, es necesario procesar las semillas tan pronto como se recolectan porque el arilo que las rodea está cubierto de una miel muy llamativa para el ataque de plagas y enfermedades, éste debe eliminarse lavándolas con suficiente agua. Para el almacenamiento de las semillas se recomiendan temperaturas de 5 °C en recipientes herméticos, para períodos de conservación de hasta 15 meses (Jiménez, 2002).

Relativo al manejo de la especie de cenízaro en viveros, Jiménez (2002) indicó que como tratamiento pregerminativo se recomienda la escarificación o lijado de las semillas hasta lograr que pierdan su brillo natural y adquieran un aspecto poroso. Se ha logrado adecuadamente su propagación mediante el sistema de bolsa y que los resultados por pseudoestaca no han sido satisfactorios. Esta especie es de crecimiento bastante rápido en el vivero y puede estar lista para la siembra en sólo tres meses con el tallo bien lignificado.

Con respecto a los usos del cenízaro, se reporta que en Hawaii ha sido la principal madera para artesanías tales como tazones tallados o torneados desde 1946. Sin embargo, a medida que el costo de la mano de obra aumentó, la industria se esparció a las Filipinas y Tailandia, países que proveen ahora la mayoría de los tazones de samán por los que Hawaii es famoso (García, 2003).

Las hojas frescas constituyen un excelente forraje, con 24 a 30% de proteína. Frescos, los frutos del Genízaro son dulces y muy apreciados por el ganado. La semilla en concentrado puede alcanzar hasta 30% de proteína y 35% de azúcares. Albizia saman es muy utilizado en sistemas silvopastoriles como árbol en potreros por la sombra y por su forraje. Las vainas que caen al suelo son muy palatables para el ganado, las hojas son menos palatables y los retoños también son consumidos (García, 2003).

Los ganaderos reconocen su valor como sombra en los potreros y como productor de alimento (las semillas) para los animales. Ya que el árbol no busca su agua en la parte superior del suelo, y además es fijador de nitrógeno, mantiene una buena producción de pasto bajo su copa, a pesar de la sombra densa (Faurby y Barahona 1998, citados por Rojas, 2005).

Las cabras comen vainas y hojas. El contenido de proteína cruda en el follaje y tallos tiernos es de 24-30%, de las vainas enteras 13-18%; de la pulpa 14%. La digestibilidad "in vitro" de las hojas es del 36% al 48% y de las vainas enteras es 74%. Las vainas (legumbres) secas y molidas con las semillas constituyen un excelente



Figura 1. Plántulas de ceñizaro (*Samanea saman*); en proceso de germinación bajo condiciones de ambiente protegido en el CITTED, Fortuna, San Carlos, agosto de 2009.

alimento concentrado; encontrando hasta un 30% de proteína (García, 2003).

Tomando como referencia parte de la literatura citada y consultada como la de Rojas (2006) y los trabajos de Delgado et al. (2002), así como un recorrido realizado por diez viveros forestales de la zona norte; los cuales varían desde los más sencillos (vivero la Guaría en Venecia de San Carlos), hasta altamente tecnificados (Expo maderas en Banderas de Pocosal de San Carlos), se pudo comprobar que no existe evidencia de ensayos con empaques tetrabrik de ningún tipo.

El sistema de producción de plántulas forestales por excelencia en Costa Rica ha sido el de bolsas negras de polietileno de 4" x 6", seguido por el de bandeja y platillos Jiffy (pellet), los cuales se han desarrollado básicamente en proyectos de reforestación a gran escala (Rojas, 2006). Es un factor común en todos ellos la carencia de investigaciones que demuestren su efectividad en lo que respecta al crecimiento de especies forestales nativas en vivero.

En este estudio se realizó una comparación de crecimientos en ceñizaro (*Samanea saman*) usando bolsas negras de polietileno de 4" x 6"

y empaques "tetrabrik" (Tetra Brik Aseptic) bajo condiciones de ambiente protegido; suministrando tres dosis distintas de un fertilizante foliar orgánico, a base de harinas de pescado.

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 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. 1.).

Semillas certificadas de ceñizaro (*Samanea saman*); adquiridas mediante la compra de semilla certificada en el Centro Agrícola Cantonal de Hojancha; Guanacaste; Costa Rica; 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

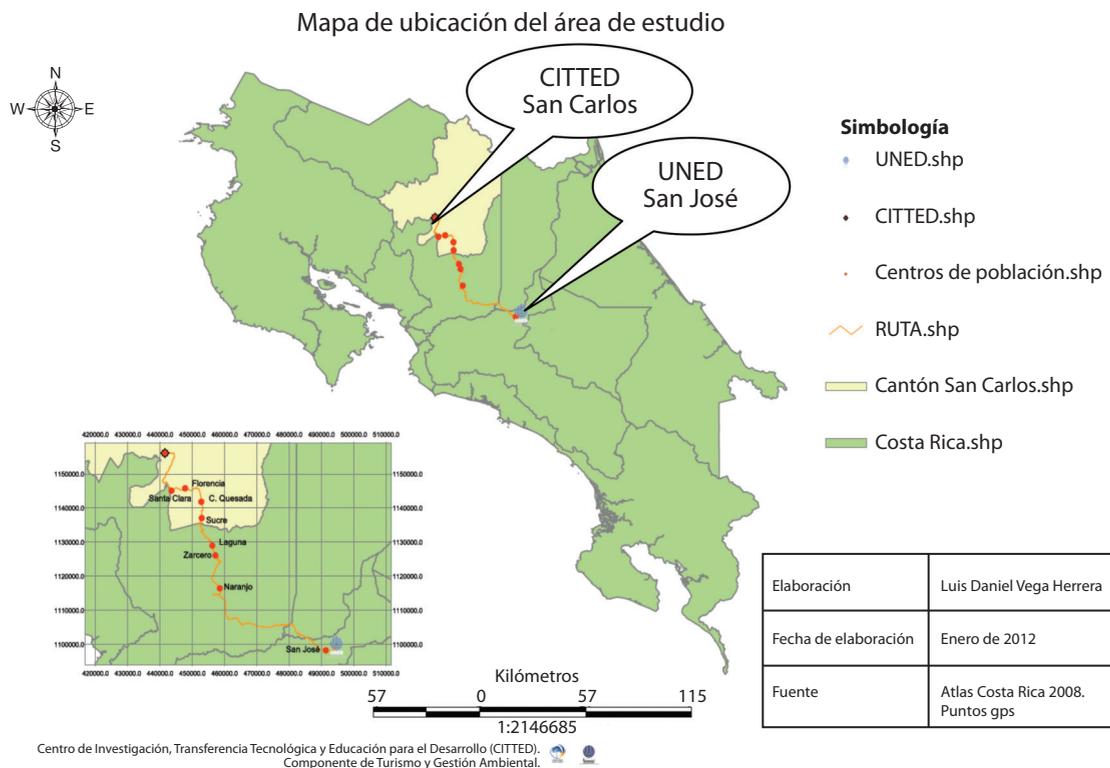


Figura 2. Mapa con ubicación aproximada del área de estudio en el CITTED; Fortuna, San Carlos, Octubre de 2009.

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 *trichoderma spp* granulado, como preventivo contra un posible ataque de hongos como lo es el caso de las royas.

Para ambas especies forestales la germinación de las semillas, de todo el ensayo tuvo lugar en el ambiente protegido, estos por razones de brindarle mayor protección a las plántulas de plagas y enfermedades potenciales, antes, durante y después de tan crítico proceso biológico.

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 las 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 tetrabrikos y 400 bolsas, para un total de 800 unidades de monitoreo para todo el experimento. La técnica de llenado de las bolsas y los tetrabrikos, consistió en colocar el sustrato dentro del contenedor con la mano o cucharas plásticas, dando pequeños golpeteos contra el suelo para que se vaya 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 tetrabrikos y bolsas, fue de 100 unidades por módulo experimental, cada módulo conformado por 25 unidades experimentales con 75 repeticiones en tres series de 25 para cada

especie forestal, sistema de producción y tipo de ambiente, teniendo así la conformación de un tratamiento más un módulo testigo con 100 unidades distribuidas en 4 series de 25 por cada sistema de producción, por especie forestal y por tipo de ambiente. La distribución final fue de 32 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 cenízaro, entre 10 y 15 días y cuando las plántulas tenían como mínimo dos hojas verdaderas se efectuó el repique y trasplante a las bolsas o tetrabrikos 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 radical con arena de la cama, cubriendo después con otro grupo de servilletas. De esta forma se transportaban hasta los módulos de plantación en las bolsas o tetrabrikos según correspondiera. La siembra consistió básicamente en hacer un



Figura 3. Arbolitos de cenízaro (*Samanea saman*) en tetrabrik; numerados y ubicados en su respectivo módulo de investigación, ambiente protegido del CITTED, Fortuna, San Carlos, agosto de 2009.



Figura 4. Arbolitos de ceñizaro (*Samanea saman*) en tetrabrik; ubicados en su respectivos módulos de investigación, ambiente protegido del CITTED, Fortuna, San Carlos, agosto de 2009.

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 aplicaciones de fertilizante foliar.

Se efectuaron aplicaciones de un fertilizante foliar orgánico conocido comercialmente como PESAGRO a razón de 1,5 ml/L, 3,0 ml/L y 6,0 ml/L; por bomba de espalda de 18 litros a intervalos de 15 días en todas las plántulas que se produjeron en los dos ambientes y por cada sistema o módulo de producción, 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 original.

La recopilación de los datos de campo del experimento se realizó efectuando mediciones con cinta métrica metálica graduada en milímetros y centímetros, a la sección del tallo comprendida entre el cuello de la raíz y el primer de hojas verdaderas (meristemo apical); 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 ceñizaro.

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. El anexo 1 muestra la distribución final de las unidades de muestreo; para cada uno de los ambientes de crecimiento ensayados. Con los datos tabulados en las boletas u hojas de campo; se procedió a la digitalización en hojas electrónicas de Excel



Figura 5. Arbolitos de cenízaro (*Samanea saman*) en bolsa; con inóculo de *trichoderma spp* granulado; ubicados en su respectivos módulos de investigación, ambiente protegido del CITTED, Fortuna, San Carlos, agosto de 2009.

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) para la altura de tallo, diámetro de copa y el número de hojas. Los datos graficados corresponden con valores promedios de las mediciones aplicadas desde agosto hasta setiembre de 2009 en el CITTED.

Resultados y discusión

Una vez finalizado el primer mes de investigación (agosto, 2009), para el sistema de producción en bolsa con la dosis de 3,0 ml/L de Pescagro, el cenízaro registró un crecimiento en altura de tallo promedio de $27,55 \pm 3,86$ cm. El valor mínimo promedio registrado, para la variable monitoreada fue de $13,61 \pm 3,42$ cm con el tratamiento testigo (Figura 6).

Con el sistema de producción tetrabrik cenízaro (*Samanea saman*) alcanzó una altura de

tallo promedio de $17,89 \pm 4,38$ cm con la dosis de 3,0 ml/L de Pescagro. El promedio más bajo obtenido para dicha variable fue de $9,70 \pm 1,59$ cm con el tratamiento testigo. (Figura 6).

Para el primer mes de medición con el sistema de producción de polietileno el cenízaro presentó el mejor desarrollo, incluyendo el testigo. Sin embargo no existen pruebas suficientes para evidenciar que las diferencias observadas en crecimiento obedecen a las dosificaciones de Pescagro usadas.

Se ha investigado y documentado ampliamente la condición de leguminosas como cenízaro de poseer en su sistema radical bacterias fijadoras de nitrógeno; específicamente del género *Rhizobium* sp. Al respecto trabajos como los de Dias et al., (1995) indicaron que la simbiosis *Rhizobium*-leguminosas es el resultado de una interacción muy específica entre la bacteria y la planta. La organogénesis del nódulo es un proceso inducido por un “intercambio de señales” entre los dos participantes de la interacción, el microsimbionte (bacteria) y el macrosimbionte (planta).

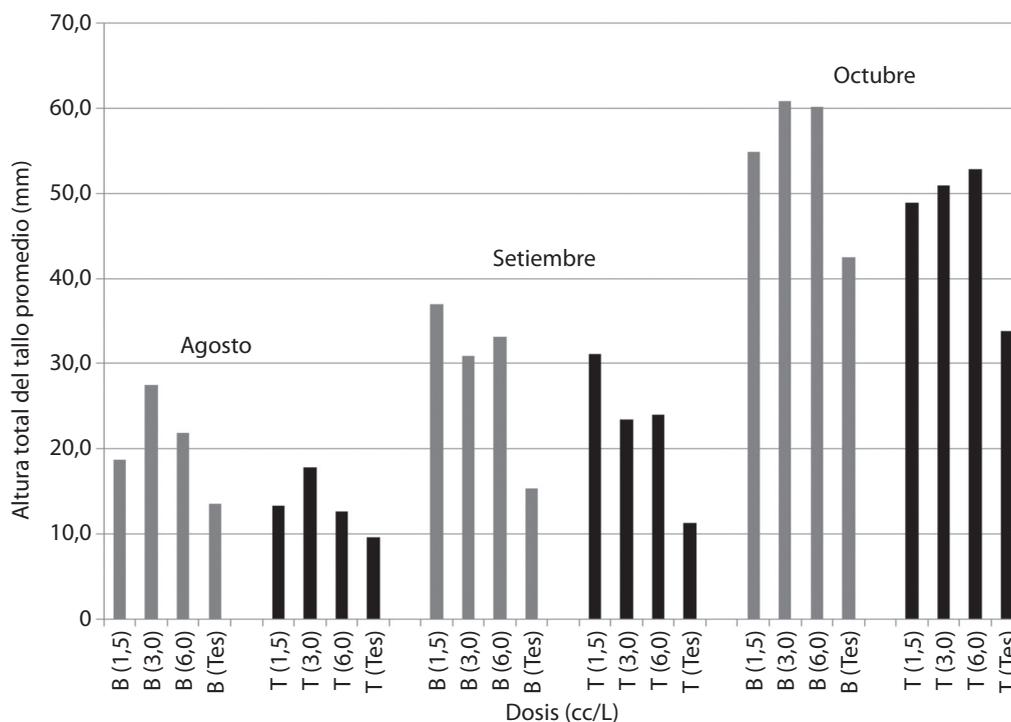


Figura 6. Crecimiento promedio mensual de altura de tallo (cm), en bolsa y tetrabrik; con arbolitos de cenízaro (*Samanea saman*) con diferentes dosis (ml/L) de fertilizante foliar (1.5,3.0,6.0 y testigo) bajo condiciones de ambiente protegido; desde agosto hasta octubre del 2009, en la Fortuna, San Carlos.

Con el empaque tetrabrik cenízaro presentó una tendencia muy similar a la registrada con el sistema de bolsa pero con valores menores.

Al término del segundo mes de monitoreo (setiembre; 2009), para el sistema de bolsa con la dosis de 1,5 ml/L de Pescagro; cenízaro registró una altura de tallo promedio de $37,02 \pm 10,46$ cm; mientras que el promedio mínimo fue de $15,36 \pm 4,89$ cm con el tratamiento testigo. (Figura 6).

Para tetrabrik con la dosis de 1,5 ml/L de Pescagro; la especie registró una altura de tallo promedio de $31,13 \pm 5,40$ cm. El valor mínimo promedio para dicha variable fue de $11,38 \pm 1,79$ cm con el tratamiento testigo. (Figura 6).

Para el segundo mes de medición con el sistema de polietileno los mejores resultados se obtuvieron con las dosificaciones menores y los incrementos más bajos con el testigo. Este nuevo comportamiento sugiere para la variable estudiada; que las diferencias observadas en crecimiento podrían obedecer a las dosificaciones de Pescagro usadas; así como a la condición de

fijación de nitrógeno del cenízaro y muy probablemente a las condiciones biofísicas presentadas en el invernadero.

Con el tetrabrik los arbolitos de cenízaro presentaron una condición muy diferente a la registrada con el sistema de bolsa; el mayor crecimiento se obtuvo con la menor dosificación y el menor con el testigo.

Al finalizar la investigación (octubre; 2009), con el sistema de bolsa con la dosis de 3,0 ml/L de Pescagro; cenízaro desarrolló una altura de tallo promedio de $60,83 \pm 19,80$ cm; mientras que el valor promedio más bajo obtenido fue de $42,46 \pm 14,20$ cm con el tratamiento testigo. (Figura 6).

Con el tetrabrik con la dosis de 6,0 ml/L de Pescagro; cenízaro registró una altura de tallo promedio de $52,79 \pm 1,70$ cm.; y un promedio mínimo de $33,78 \pm 5,04$ cm con el tratamiento testigo. (Figura 6).

Para el tercer mes de medición con el sistema de bolsa los mejores resultados se obtuvieron con las dosificaciones intermedias y los

crecimientos más bajos con el testigo. Las diferencias observadas en crecimiento podrían obedecer mayormente a las dosificaciones de Pescagro usadas; así como a la condición de fijación de nitrógeno con el testigo y muy probablemente a las condiciones biofísicas presentadas en el invernadero; así como a la condición genética de las especies forestales.

Con el tetrabrik cenízaro presentó una condición muy diferente a la registrada con el sistema de bolsa; el mayor crecimiento se obtuvo con la mayor dosificación que es el doble de la dosis intermedia y el menor con el testigo.

Efecto de la dosis con fertilizante foliar orgánico

Para esta especie las mayores diferencias significativas en la variable altura de tallo se encontraron únicamente con la dosificación 3,0 ml/L (tres) de fertilizante foliar Pescagro; con valores de $p \leq 0,05$ (Cuadro 1).

Se observó que dosis intermedias tuvieron poco efecto en el desarrollo de altura de tallo en comparación con dosificaciones altas o bajas; en este sentido 3,0 ml/L de Pescagro resultó ser un valor crítico que aumentado o reducido en un 50%, estimuló en incremento en la variable antes descrita.

Efecto del ambiente de desarrollo y sistemas de producción

En cenízaro (*Samanea saman*) se registró diferencias estadísticas en altura de tallo, en condiciones de ambiente protegido. Esta evidencia estadística demuestra que cenízaro es una especie forestal muy dependiente de luz solar y de condiciones atmosféricas poco variables, para su desarrollo. Pues los arbolitos de cenízaro se caracterizaron desde el inicio de su desarrollo por tener copas más amplias y frondosas que tallos más altos, tanto para el sistema de polietileno como para el empaque tetrabrik. (Cuadro 2).

CUADRO 1

Efecto de la dosificación con fertilizante foliar Pescagro en el incremento de altura de tallo en cenízaro (*Samanea saman*) 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	
Cenízaro	Testigo	27,24	400	B
Cenízaro	Uno punto cinco	31,49	400	C
Cenízaro	Seis	34,01	400	D
Cenízaro	Tres	34,97	400	D

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

CUADRO 2

Efecto del ambiente de desarrollo y sistemas de producción en el incremento de altura de tallo en cenízaro (*Samanea saman*) a los tres meses de edad en La Fortuna de San Carlos; octubre de 2009

Factores			MEDIAS		Comparación de medias
Especie (A)	Ambiente (B)	Empaque (C)	Altura de tallo (cm)	n	
Cenízaro	Invernadero	Tetrabrik	46,59	400	B
Cenízaro	Invernadero	Polietileno	54,56	400	C

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

CUADRO 3

Efecto de la dosificación con fertilizante foliar Pescagro por ambientes de desarrollo y sistemas de producción, en el incremento de altura de tallo en cenízaro (*Samanea saman*) 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)	Dosis (D)	Altura de tallo (cm)		
Cenízaro	Invernadero	Tetabrik	Testigo	33,78	100	G
Cenízaro	Invernadero	Polietileno	Testigo	42,46	100	H
Cenízaro	Invernadero	Tetabrik	Uno punto cinco	48,93	100	I
Cenízaro	Invernadero	Tetabrik	Tres	50,85	100	I J
Cenízaro	Invernadero	Tetabrik	Seis	52,79	100	J K
Cenízaro	Invernadero	Polietileno	Uno punto cinco	54,81	100	K
Cenízaro	Invernadero	Polietileno	Seis	60,14	100	L
Cenízaro	Invernadero	Polietileno	Tres	60,83	100	L

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

Para cenízaro en condiciones de invernadero no se detectaron diferencias estadísticas, únicamente con el sistema de polietileno con la dosis de 3,0 ml/L (60,83 cm); con valores de $p=0,0001$.

Al comparar el valor promedio obtenido de 60,83 cm con el valor inmediato anterior de 60,14 cm; también para polietileno pero con la dosificación más alta (6,0 ml/L de Pescagro); se observó que los arbolitos respondieron mucho mejor a dosis intermedias o bajas (Cuadro 3).

Conclusiones

Las aplicaciones de mayores cantidades de fertilizante foliar no generaron mayores incrementos, en altura de tallo, para ninguna de las dos especies forestales, especialmente en condiciones de ambiente natural.

Para los dos sistemas de producción evaluados en el ambiente protegido las menores alturas de tallo y diámetros de copa promedio registradas para cedro amargo y cenízaro fueron para las unidades experimentales consignadas como Testigo. Los arbolitos tratados con fertilizante foliar en general si presentaron mayores

incrementos en altura de tallo, que aquellos tratados como testigo.

El sistema de polietileno parece ser de acuerdo con los datos obtenidos un sistema de producción muy consistente, para la reproducción de cenízaro (*Samanea saman*) en ambiente protegido, según las diferentes dosis de fertilizante foliar utilizadas en el CITTED. Sin embargo el empaque tetabrik 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 tetabrik 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 sobre todo en condiciones de ambiente natural, mayor facilidad de carga y transporte de arbolitos a los sitios de plantación.

Con el tetabrik se presentan algunas desventajas tales 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.

El empaque tetabrik de 250 ml; resultó ser tan efectivo como las bolsas negras de polietileno de 10 x 15 (cm), para la reproducción de cenízaro (*Samanea saman*) en el ambiente protegido del CITTED.

Recomendaciones

Con base en los resultados y la gran variabilidad de datos obtenida, se sugiere que los programas de fertilización en un vivero resultan indispensables para el buen crecimiento de los arbolitos, sin embargo se debe desechar la hipótesis de que cuanto mayor es la cantidad de fertilizante foliar aplicado, mayor es el crecimiento en altura de tallo de los arbolitos de cenízaro. Esto es sumamente importante principalmente si se piensa en la optimización de los costos de producción.

Se sugiere con base en los resultados del crecimiento en altura de tallo obtenidos y para la especie forestal investigada, con los sistemas o contenedores empleados y dosificaciones suministradas de fertilizante foliar orgánico, reproducir el cenízaro (*Samanea saman*) en un ambiente protegido como el que se utilizó en el Centro de Investigación de la UNED en la Fortuna de San Carlos.

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.

Dias, E.; Franco, A.; Campello, E.; De Faria, S. y Da Silva, E. 1995. Leguminosas forestales: aspectos relacionados con su nutrición y uso en la recuperación de suelos degradados. *BOSQUE* 16(1): Departamento de Solos, Universidad Federal de Viçosa, Brasil. PP121-127. Consultado el 23 de enero de 2012. En red: <http://min-gaonline.uach.cl/pdf/bosque/v16n1/art15.pdf>

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%20RevBioITrop%201986.pdf>.

Flores, E. 1994. La planta: estructura y función. 2ª. ed. Editorial Tecnológica de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. Pág. 265.

- García, M. 2003. Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizados en sistemas silvopastoriles. PP13-14. Consultado el 16 de enero de 2012. En red: <http://www.inafor.gob.ni:8080/publicaciones/pdf/Produccion%20Semillas%20forestales%20Especies%20forrajeras%20.pdf>
- 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 tetrabrikos 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 *Glomulos 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, n°1. 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 Jícaro (*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. reimp. 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, México. 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>