

Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio en estacas de linaloe (*Bursera linanoe*) Andresen*

Effect of nitrogen, phosphorus and potassium in linaloe cuttings (*Bursera linanoe*) Andresen

Rosalba Hernández Vásquez¹, Efraín Cruz Cruz², Gustavo Omar Díaz Zorrilla^{1§}, María Isabel Pérez León¹, Salvador Lozano Trejo¹ y Vicente Arturo Velasco Velasco¹

¹División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. Ex Hacienda de Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca. C. P. 71230. Tel. 01(951) 5 17 07 88. (ros.ervas@hotmail.com; misabelpl@yahoo.com.mx; lozanos2004@prodigy.net.mx; vicvel5@hotmail.com). ²Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Oaxaca. Tel. (01951)5170444. (cruz.efrain@inifap.gob.mx). [§]Autor para correspondencia: godzorrilla@yahoo.com.

Resumen

El árbol de Linaloe (*Bursera linanoe*), es uno de los diversos copales aromáticos mexicanos, que su resina es utilizada en productos cosméticos, medicinales e industriales; generando ingresos económicos significativos en las zonas rurales reconocidas por su pobreza. La presente investigación se realizó en San Juan de los Cues, Oaxaca, durante abril 2010 y marzo 2011 con el propósito de evaluar el prendimiento de estacas, el efecto de la aplicación de nutrimentos (N, P, K), sobre la producción de brotes en estacas. Se establecieron cuatro dosis de fertilización con N-P-K, tres posiciones de la estaca y dos sexos de plantas en un diseño completamente al azar con arreglo factorial, para estudiar el efecto sobre la producción de número de brotes, brote acumulado y diámetro en estacas femeninas y masculinas. Obteniendo que los factores posición de la estaca, sexo y nutrimentos, no influyeron significativamente en la variable longitud de brote, para la variable número de brotes se encontraron respuestas significativas en posición de la estaca; así como en la interacción de plantas hembra con nutrimentos (N, P y K). El análisis de varianza total considerando un período de siete meses se encontraron diferencias significativas en el brote acumulado sin aplicación de nutrimentos y para

Abstract

Linaloe Tree (*Bursera linanoe*), is one of several aromatic Mexican copal and its resin is used in cosmetics, medicinal and industrial; generating significant income in rural areas known for their poverty. This research was conducted in San Juan de los Cues, Oaxaca, from April 2010 to March 2011 in order to evaluate the engraftment of cuttings, the effect of the application of nutrients (N, P, K) on shoot production on cuttings. Four NPK fertilization doses were set, with three cuttings position and two genders of plants in a completely randomized design with factorial array; to study the effect on the production of shoots, accumulated shoot and diameter of female and male cuttings. Finding that the position factor of the cutting, gender and nutrients, had no significant impact on the variable length of shoots, for the variable number of shoots were found significant responses in cuttings position; thus as in the interaction of female plants with nutrients (N, P and K). The total variance analysis considering a seven-month period, showed significant differences in the cumulative shoot without application of nutrients and for diameter in cutting position. The female basal cuttings with application of 100 kg ha⁻¹ of phosphorus obtained plants with more

* Recibido: octubre de 2012
Aceptado: febrero de 2013

diámetro en posición de la estaca. Las estacas basales del sexo hembra con la aplicación de 100 kg ha⁻¹ de fósforo, se obtiene plantas con mayor número de brotes. La producción de mayor diámetro y brote acumulado se presentó en estacas basales del sexo hembra sin aplicación de nutrimentos.

Palabras clave: Linaloe, brotes, nutrimentos, sexo.

Introducción

Bursera linanoe es uno de los diversos copales aromáticos mexicanos, cuya resina se ha utilizado por siglos en ceremonias de los pueblos indígenas en diversas regiones de nuestro país (López *et al.*, 2005). El aprovechamiento de la madera para la fabricación de cajitas artesanales en Olinálá Guerrero y del fruto para la extracción de aceites han ejercido una presión significativa sobre las poblaciones naturales del linaloe (Cruz *et al.*, 2009). En años recientes las comunidades de Chimalacatlán, Morelos y Mezquitlán, Guerrero iniciaron actividades de extracción de la esencia a partir del fruto de la planta lo que ha incrementado la presión sobre las poblaciones naturales. Se ha pronosticado un incremento notable de la demanda del aceite debido a que recientemente se encontró que éste está conformado por más de diez compuestos químicos de amplio valor como materia prima para la perfumería, medicina y otras industrias (Vargas *et al.*, 2009).

Aun cuando la especie no está considerada bajo algún estatus de amenaza, sus poblaciones naturales y regeneración han sido ubicadas como amenazadas, deterioradas y en procesos avanzados de degradación y reducción (Cruz *et al.*, 2009; Vargas *et al.*, 2009). Afortunadamente la producción comercial puede ser factible y aprobada si la multiplicación es vegetativa, o por cultivos de tejidos. La explotación de esta planta puede ser en condiciones controladas y quizás con algunas practicas de manejo (Vargas *et al.*, 2009).

Dada la gran importancia que posee *Bursera linanoe* como planta potencial para la obtención de aceite y esencias de alto valor económico, su producción en vivero, es una buena opción para la obtención de biomasa aérea destinada al aprovechamiento de aceite y así evitar presiones sobre las poblaciones en campo; no obstante esta especie ha sido poco estudiada, por lo que no hay suficiente información referente a las respuestas de la plantas en condiciones controladas, con la aplicación de fertilizantes.

shoots. The production of larger diameter and accumulated shoot occurred in female basal cuttings without nutrient application.

Key words: Linaloe, sprouts, nutrients, gender.

Introduction

Bursera linanoe is one of several aromatic Mexican copals, which resin has been used for centuries in ceremonies of indigenous peoples in various regions of our country (López *et al.*, 2005). The use of wood to manufacture artisanal boxes in Olinálá Guerrero and from the fruit for oil extraction has exerted significant pressure on natural populations of linaloe (Cruz *et al.*, 2009). In recent years the communities of Chimalacatlán, Morelos and Mezquitlán, Guerrero began the extraction of essence from the fruit of the plant which has increased pressure on natural populations. It has been forecasted a significant increase in oil demand because recently, was found that this is conformed of more than ten broad value chemicals as raw material for perfumery, medicine and other industries (Vargas *et al.*, 2009).

Even do, the species is not considered under some threat status, its natural populations and regeneration have been placed as threatened, impaired and in advanced processes of degradation and reduction (Cruz *et al.*, 2009; Vargas *et al.*, 2009). Fortunately commercial production may be feasible and approved if vegetative multiplication, or by tissue culture. The exploitation of this plant can be under controlled conditions and perhaps with some practical handling (Vargas *et al.*, 2009).

Given the great importance that *Bursera linanoe* has as plant potential, to obtain oil and essences of high economic value, its production in nursery, is a good choice for obtaining aboveground biomass destined to use of oil and thus avoid pressures over field populations; however this species has been little studied, so there is not enough information on the responses of plants under controlled conditions, with the application of fertilizers.

Because the productivity of a soil is largely correlated with its fertility, is low when having a nutrient that is deficient or is in an unavailable form to plants. By adding nutrients in form, composition and in adequate amounts in deficient

Debido a que la productividad de un suelo está ampliamente correlacionada con su fertilidad, es baja cuando se tiene que un nutriente es deficiente o se encuentra en forma no disponible para las plantas. Al adicionar nutrientes en las formas, composición y cantidades adecuadas en suelos deficientes, se obtiene como resultado un aumento en la productividad, siempre y cuando otros factores esenciales como la humedad, luz y temperatura sean favorables.

Debido al poco conocimiento existente sobre las bondades de la fertilización en la producción y el crecimiento (incremento en biomasa) de brotes a partir de estacas de *Bursera linanoe*, en este estudio se planteó como objetivo evaluar el efecto de la dosis de fertilizantes (N, P, K) sobre la producción de brotes en estacas femeninas y masculinas de *Bursera linanoe*.

Materiales y métodos

Área y población de estudio

La investigación se realizó entre abril 2010 y marzo 2011 en el vivero comunitario de San Juan de los Cués, en el estado de Oaxaca, el cual se ubica dentro de la zona urbana a 18° 03' latitud norte y 97° 03' longitud oeste, a una altura de 860 m.

Se eligieron árboles sanos, de aspecto vigoroso, en edad reproductiva pero no senil, de 25 a 35 cm de diámetro a la base y mayores de 4 m de altura, con crecimiento activo evidente, con abundancia de ramas jóvenes (de postura erecta, cercanas a la parte superior de la copa, con segmentos mayores de 1 m de largo que tuvieran entre 3 y 6 cm de diámetro, libres de porciones enfermas o dañadas). Los árboles elegidos estuvieron separados entre sí por lo menos 100 m de distancia para evitar la inclusión de parentesco como posible fuente de error.

Colecta y procesamiento de estacas

En abril de 2010 se colectaron estacas de 32 árboles (16 árboles machos y 16 hembras). Se extrajo una estaca por árbol de 90-100 cm de longitud y de 3-4 cm de diámetro en la base y de 2 cm como mínimo en el extremo apical. Las ramas fueron identificadas con datos de número de árbol, posición de la estaca y sexo correspondiente. En el vivero cada rama fue seccionada en tres segmentos entre 30 y 33 cm de largo y fueron denominados a partir de entonces como estacas basales, media y apical. El extremo superior de cada estaca fue sellado nuevamente con cebo de veladora.

soils, is obtained as result an increase in productivity, as long as other essential factors such as humidity, temperature and light are favorable.

Due to the limited existing knowledge about the benefits of fertilization on the production and growth (increase in biomass) of shoots from cuttings of *Bursera linanoe*, in this study was planted as objective to evaluate the effect of fertilizer doses (N, P, K) on shoot production in male and female cuttings of *Bursera linanoe*.

Materials and methods

Study area and population

The research was conducted between April 2010 and March 2011 in the community nursery of San Juan de los Cues, in the state of Oaxaca, which is located within the urban area at 18° 03' N and 97° 03' W, to a height of 860 m.

Healthy trees were selected of vigorous aspect, in reproductive age but not senile of 25 to 35 cm in diameter at the base and over 4 m in height, evident active growing, with plenty of young branches (erect posture, close to the top of the crown, with segments over 1 m long having between 3 and 6 cm in diameter, free of disease or damaged portions). The trees chosen were separated by at least 100 m away to avoid the inclusion of kinship as a possible source of error.

Collection and processing of cuttings

In April 2010 cuttings were collected from 32 trees (16 male and 16 female trees). Was extracted a cutting per tree of 90-100 cm long and 3-4 cm diameter at the base and at least 2 cm in the apical end. The branches were identified with data like number of tree, cutting position and the corresponding gender. In the nursery each branch was sectioned into three segments between 30 and 33 cm long and thereafter called as basal, intermediate and apical cuttings. The upper end of each cutting was sealed again with candle wax.

A mixture of forest soil, stream sediment and pine bark was used, finely cast in proportion of 3:1:1. The forest soil included about 70% of mineral soil and 30% mulch at different levels of weathering. This substrate was composed primarily of silt, clay and sand deposited by

Se utilizó una mezcla de tierra de monte, sedimentos de río y cascarilla de pino finamente colada en proporción de 3:1:1. La tierra de monte incluyó cerca de 70% de suelo mineral y 30% de mantillo en diferentes niveles de intemperización. Este sustrato estuvo conformado principalmente de limos, arcilla y arena depositados por la lluvia de años anteriores a lo largo de cauces de la zona. La cascarilla de pino fue almacenada por 3-4 meses y fue triturada y tamizada antes de usarse en la mezcla.

El sustrato utilizado se analizó en el laboratorio de suelos del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (Cuadro 1) y se determinó que su pH fue alcalino, mostró niveles altos de K, Ca, Mg, Mn y Zn, nivel medio de Fe y nivel bajo de Cu (categorías de referencia según Cuesta y Villaneda, 2005).

rain in previous years along rivers in the area. Pine bark was stored for 3-4 months and was ground and sieved before use in the mixture.

The substrate used was analyzed in the soil laboratory of the Technological Institute of Oaxaca Valley (Table 1) and was determined that its pH is alkaline, showed high levels of K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe and a low level of Cu (reference categories according Cuesta and Villaneda, 2005).

The cuttings were established on the same day of collection in black polyethylene bags of 25 x 35 cm, filled with substrate. At planting time was used N-trichloromethyl dicarboximide in its commercial form called Captan[®], at a dose of 2 g L⁻¹ of water, in order to eliminate fungal growth in the cutting. As rooting was applied indole-3-butyric

Cuadro 1. Análisis de suelo del sustrato utilizado (tierra de monte, sedimento de río y cascarilla de pino en proporción 3:1:1).
Table 1. Analysis of soil substrate used (forest soil, river sediment and pine bark in a proportion 3:1:1).

| Variable analizada | Valor medio | Método utilizado |
|---------------------|---|--|
| pH | 7.56 | Rel 1:2 con potenciómetro |
| | Cationes intercambiables meq/100 o cmol(+)/kg ⁻¹ | |
| K+ | 0.680 | Acetato de amonio IN pH 7 |
| Ca+2 | 32.418 | Espectrofotometría de absorción atómica† |
| Mg+2 | 4.658 | DTPA micronutrientes |
| Cu | 0.720 | Espectrofotometría de absorción atómica† |
| Fe | 26.591 | Espectrofotometría de absorción atómica† |
| Mn | 15.236 | Espectrofotometría de absorción atómica† |
| Zn | 5.281 | Espectrofotometría de absorción atómica† |
| Nitrógeno total (%) | 0.402 | Microkjeldahl |

† Equipo Thermo Scientific 3000 series.

Las estacas se establecieron el mismo día de colecta en las bolsas de polietileno de 25 x 35 cm, de color negro, llena con sustrato. Al momento de la siembra se utilizó N-triclorometil dicarboximida en su forma comercial denominada Captan[®], en dosis de 2 g L⁻¹ de agua, con el fin de eliminar el desarrollo de hongos en la estaca. Como enraizador se aplicó ácido indol-3-butírico (en forma del producto comercial Radix 10 000[®] en polvo), en la zona del corte basal de todas las estacas. La aplicación de ambos productos químicos no fue incluida entre los factores a evaluar en el ensayo experimental. Como parte del mantenimiento a las plantas se le aplicaron riegos diarios hasta mantener el sustrato en condiciones de capacidad de campo. El pH del agua utilizada para riego fue de 8.68.

acid (commercial product as Radix 10000[®] powder) in the basal area of all cuttings. The application of both chemicals was not included among the factors to be evaluated in the experimental trial. As part of maintaining the plants, daily irrigations were applied to keep the substrate at field capacity conditions. The pH of water used for irrigation was 8.68.

Experimental design

The age of plants when applying fertilizers was 3 and 6 months after the date of establishment. A completely randomized design with factorial array 4 x 3 x 2 was used. The experiment consisted of 3 factors: 4 doses (levels) of

Diseño experimental

La edad de plantas al momento de aplicar los fertilizantes fue de 3 y 6 meses después de la fecha de establecimiento. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4 x 3 x 2. El experimento estuvo constituido por 3 factores: 4 dosis (niveles) de nutrimentos; 3 niveles relativos a la posición de la estaca; 2 niveles correspondientes al sexo del árbol de procedencia de la estaca (Cuadro 2). Se usaron 24 tratamientos con 4 repeticiones cada uno. Una vez que las 96 unidades experimentales fueron aleatorizadas a sus respectivos tratamientos y repeticiones, los nutrimentos se aplicaron de forma manual, teniendo especial cuidado en depositar el fertilizante dentro de la bolsa, lo más alejado posible del tallo de la planta, a una profundidad de 3 a 4 cm.

En el vivero se tomaron ocho lecturas mensuales de las variables diámetro y número de brotes. La primera medición se efectuó antes de aplicar los tratamientos. A partir del primer mes de haberse establecido las estacas, también se registró mensualmente la longitud acumulada de brotes, la cual consistió en la suma de la longitud de todos los brotes presentes en la estaca.

Análisis de datos

Los datos fueron analizados por separado para cada uno de los siete meses de registro mediante análisis univariado de varianza y bajo un diseño factorial completamente al azar, tal como fue distribuido y arreglado en el vivero. Para los factores en que se encontró influencia significativa se aplicaron pruebas de comparación de medias de Tukey ($\alpha \leq 0.05$). Se incluyeron en el modelo las posibles interacciones para cada una de las variables (diámetro, número de brotes y longitud acumulada del brote). Adicionalmente los datos se analizaron con una prueba de esfericidad, donde la parcela grande fueron las estacas y la parcela chica los meses en que se tomaron los datos.

Resultados y discusión

Posición de la estaca sexo y nutriente por meses y entre meses

Los factores posición de la estaca, sexo y nutrientes, no influyeron significativamente en la variable longitud de brote acumulado (Figura 1), por cada uno de los meses ni

nutrients; 3 levels related to the position of the cutting, 2 levels corresponding to the gender of the tree from the cutting (Table 2). 24 treatments with 4 replicates each were used. Once the 96 experimental units were randomly assigned to their respective treatments and replication, nutrients were applied manually, taking special care to place the fertilizer in the bag, as far as possible from the stem of the plant, at a depth of 3 to 4 cm.

Cuadro 2. Factores experimentales y sus niveles utilizados.
Table 2. Experimental factors and levels used.

| Factores | Niveles | |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Nutrimentos | (D0) Testigo 0-0-0 | |
| | D1) 100-0-0 kg ha ⁻¹ Urea (46% N) | 2.09 g planta ⁻¹ |
| | (D2) 0-100-0 kg ha ⁻¹ superfosfato simple (20% P) | 4.81 g planta ⁻¹ |
| | (D3) 0-0-100 kg ha ⁻¹ cloruro de potasio (60% K) | 60 g planta ⁻¹ |
| Posición de la estaca | (EB) Estaca de la base | |
| | (EI) Estaca intermedia | |
| | (EA) Estaca apical | |
| | (♀) Hembra | |
| | (♂) Macho | |

In the nursery eight readings were taken monthly of the variable diameter and number of shoots. The first measurement was carried out before applying treatments. From the first month of being established the cuttings, also recorded monthly the cumulative length of shoots, which consisted in the sum of the length of all shoots present at the cutting.

Data analysis

The data was analyzed separately for each of the seven months of recording by univariate analysis of variance and under a completely randomized factorial design, as distributed and arranged in the nursery. For the factors that were found significant influence were performed Tukey test ($\alpha \leq 0.05$). It was included in the model the possible interactions for each of the variables (diameter, number of shoots and cumulative shoot length). Additionally the data was analyzed with the sphericity test, where the big plots were the cuttings and the small plot the months in which data was taken.

entre meses, debido a que las yemas de linaloe permanecen en estado de latencia a partir de la segunda semana de noviembre, y prolongada hasta la segunda mitad de marzo (Gómez *et al.*, 2009). Resultados que coinciden con Bualó *et al.*, 2006 quienes reportaron niveles de fertilización a 250 ppm de N y 50 ppm N no afectaron la longitud de brote en dos especies herbáceas nativas.

Para la variable número de brotes por cada uno de los meses, no se encontraron respuestas significativas en nutrimentos, y sexo del árbol de procedencia de la estaca. Resultados similares fueron encontrados por Bualó *et al.*, 2006 quienes reportaron que el número brotes de dos especies no fueron afectados por el nivel de fertilización.

Results and discussion

Position of the cutting, gender and nutrient by month and between months

The position factors of the cutting, gender and nutrients did not significantly influence the variable cumulative shoot length (Figure 1) for each of the months and between months, because linaloe buds remain dormant from the second week of November and prolonged to the second half of March (Gómez *et al.*, 2009). Results that match Bualo *et al.*, 2006 who reported levels of fertilization at 250 ppm and 50 ppm of N did not affect the shoot length of two native grass species.

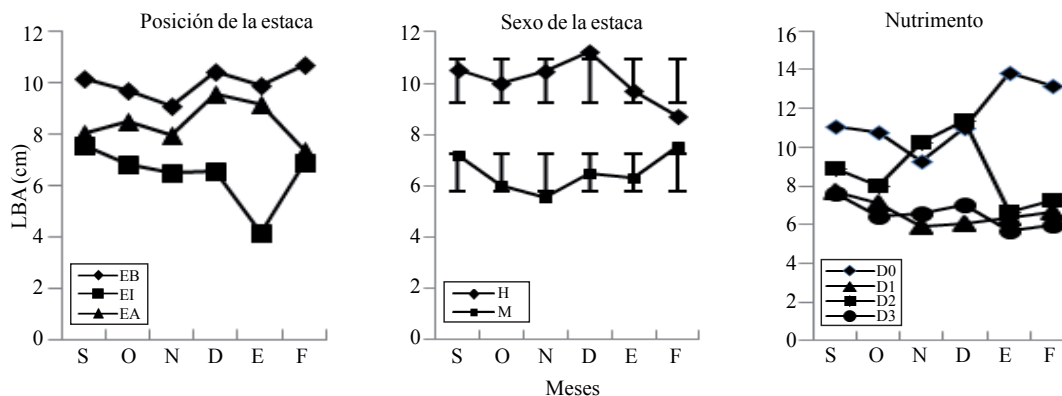


Figura 1. Curvas de acumulación de longitud de brote acumulado (LAB) mensual por cada uno de los factores. H= hembra; M= macho. D0= testigo; D1= 100 kg ha⁻¹ de N; D2= 0-100-0 kg ha⁻¹ de P; D3= 0-0-100 kg ha⁻¹ de K. EB= estaca base; EI= estaca intermedia; EP= estaca apical.

Figure 1. Accumulation curves of cumulative shoot length (LAB) monthly for each factor. H= female; M= male. D0= control; D1= 100 kg ha⁻¹ of N; D2= 0-100-0 kg ha⁻¹ of P; D3= 0-0-100 kg ha⁻¹ of K. EB= basal cutting; EI= intermediate cutting; EP= apical cutting.

Únicamente se encontraron respuestas significativas en posición de la estaca en el mes de enero ($p= 00096$), la estaca intermedia presentó menor número de brotes; en la interacción de plantas hembra con la D2 nutrimentos.

También se encontraron respuestas significativas en la última medición tomada en el mes de febrero en nutrimentos ($p= 0.0137$), con 5 brotes en la aplicación de 100 kg ha⁻¹ de Fósforo y sólo 3 brotes en la aplicación de D1 de Nitrógeno; lo que no coincide con Arteaga *et al.*, 2005 quienes encontraron que las plantas de *Pseudotsuga macrolepis* Flous fertilizadas con nitrógeno obtuvieron mayor crecimiento en diámetro y altura. También se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p= 0.0128$) en la interacción de plantas hembra con la D2. Los factores posición de la estaca, sexo y nutrimentos, no influyeron significativamente en la variable número de brotes entre meses (Figura 2).

For the variable number of shoots for each month, was found significant responses in nutrients, and gender of the tree from the cutting. Similar results were found by Bualo *et al.*, 2006 who reported that the numbers of shoot from two species were not affected by the level of fertilization.

Only found significant responses in cuttings position in January ($p= 00096$), intermediate cutting had lower number of shoots, in the interaction of female plants with D2 nutrients.

Significant responses were also found in the last measurement taken in February in nutrients ($p= 0.0137$), with 5 shoots in the application of 100 kg ha⁻¹ of phosphorus and only 3 shoots in the application D1 of nitrogen; this does not match with (Arteaga *et al.*, 2005) who found that *Pseudotsuga macrolepis* Flous plants fertilized with

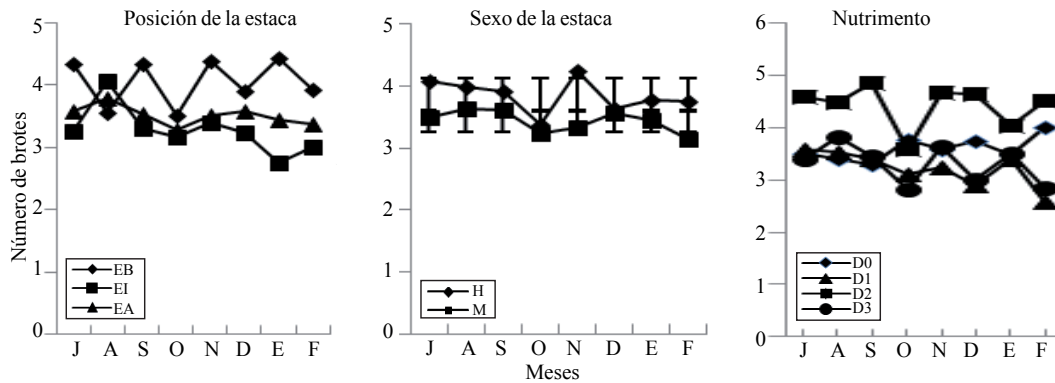


Figura 2. Curvas de acumulación de número de brotes (NB) mensual por cada uno de los factores. H=hembra; M= masculino. D0= testigo; D1= 100 kg ha⁻¹ de N; D2= 0-100-0 kg ha⁻¹ de P; D3= 0-0-100 kg ha⁻¹ de K. EB= estaca base; EI= estaca intermedia; EP= estaca apical.

Figure 2. Accumulation curves in number of shoots (NB) monthly for each factor. H= female; M= male. D0= control; D1= 100 kg ha⁻¹ of N; D2= 0-100-0 kg ha⁻¹ of P; D3= 0-0-100 kg ha⁻¹ of K. EB= basal cutting; EI= intermediate cutting; EP= apical cutting.

Hubo diferencia estadística significativa en brote acumulado en el tratamiento testigo sin aplicación de nutriente ($p=0.0231$) todos los tratamientos mostraron menores dimensiones respecto al testigo (Cuadro 3). Lo que indica que la aplicación de nutrientes no favoreció el crecimiento en brote acumulado. Pudiera ser debido a que el linaloe como una especie nativa, no responde favorablemente a la fertilización. Lo que coincide con Cárdenas (2003) que observó que en rendimientos de biomasa de pasto, las especies introducidas producen más forraje que las especies nativas, dado que en la mayoría de los casos las especies introducidas responden mejor a la fertilización que las especies nativas.

nitrogen obtained greater height and diameter growth. There were also statistically significant differences ($p=0.0128$) in the interaction of female plants with the D2. The factor position of cutting, gender and nutrients, did not significantly influence the variable number of shoots between months (Figure 2).

There were statistically significant differences in accumulated shoot in the control treatment without nutrient application ($p=0.0231$) all treatment showed smaller size than control (Table 3). Indicating that the application of nutrients did not improved growth in accumulated shoot.

Cuadro 3. Pruebas de Tukey total (todos los meses) en la variable número de brotes por cada uno de los factores

Table 3. Total Tukey's test (every month) in the variable number of shoots for each factor.

| VAR | Posición de la estaca EB EPEA | Sexo ♀♂ | Nutriente D0, D1, D2, D3 | Interacción | |
|-----|---|-----------------------------------|--|-----------------|------------------------------------|
| | Media¶ (cm) | Media (cm) | Media (cm) | I¶ | Media (cm) |
| D | 2.6±0.3 EB (a) †*** 2.5±0.3 EI (a) 2.4±0.5 EA (b) | 2.6±0.3 ♀ (a)*** 2.4±0.4 ♂ (b) | 2.5±0.4 D0 (a) ** 2.4±0.5 D2 (b) | ♀xD0xEI | 2.8±0.4 (a)** |
| NB | 4.1±2.4 EB (a) *** 3.5±2.5 EA (b) 3.3±2.3 EI (b) | 3.9±2.6 ♀ (a)** 3.4±2.2 ♂ (b) | 4.4±2.8 D2 (a)*** | D2x♀ | 5.8±3 (a)*** |
| BA | 10±9.6 EB (a)*** 6.5±5.4 EI (b) | 9.8±9.2 ♀ (a)*** 6.8±8.5 ♂ (b) | 11.3±13.3 D0 (a) *** 6.8±3 D3 (b) 6.7±3 D1 (b) | D2x♀ ♂xD0xEB | 13.1±12.9 (a)** 18.8±9.9 (a)*** |

VAR= variable; EB= estaca base; EI= estaca intermedia; EA= estaca apical. ♀= hembra; ♂= macho. D0= testigo; D1= 100 kg ha⁻¹ de N; D2= 0-100-0 kg ha⁻¹ de P; D3= 0-0-100 kg ha⁻¹ de K. J= julio; F= febrero; D= diámetro; NB= número de brotes; BA= brote acumulado. **significativo ($p<0.05$); ***altamente significativo ($p<0.01$); NS= no significativo. †únicamente se anotaron medias con distinta letra, (a) valor alto en la prueba de Tukey, (b) valor bajo según la prueba de Tukey. ¶ La media se cálculo de la sumatoria de los siete meses que se tomaron las mediciones ¶ prueba de Tukey de la interacción de variables significativas.

En cuanto al análisis de varianza total comprendido de un período de siete meses se encontraron diferencias significativas en la posición de la estaca ($p=0.0128$). Un mayor diámetro en la estaca de la base, esto debido a que la mayoría de las estacas colectadas fueron de ramas terminales por lo que estas tienden a ser más gruesas en la parte inferior. También se encontró que las plantas hembra presentaron mayor diámetro en comparación con los machos siendo estadísticamente significativos ($p<0.0001$), debido a que desde el momento de la siembra las estacas hembra fueron las de mayor diámetro.

En un periodo de siete meses hubo un incremento en diámetro para las estacas hembra de 3 mm. En esta variable se encontró diferencia estadística significativa en nutrientes aplicados con el tratamiento testigo, lo que indica que el tratamiento testigo obtuvo mejor repuesta en diámetro se obtuvo de las plantas a las cuales no se les aplicó ningún tratamiento (Cuadro 3). Respuestas significativas se encontraron con la interacción de plantas hembra, sin aplicación de nutriente y estacas intermedias ($p=0.0269$).

Estadísticamente presentaron mayor número de brotes las estacas de la base ($p=0.0015$), las plantas hembra ($p=0.0275$) y la aplicación de 100 kg ha^{-1} de fósforo ($p<0.0001$), y la interacción de plantas hembra con la aplicación de 100 kg ha^{-1} de fósforo ($p<0.0001$), también en la interacción de plantas macho.

Se encontraron diferencias estadísticas significativas en la variable brote acumulado en la estaca de la base (0.0034), en plantas hembra ($p=0.0018$), y en el tratamiento testigo sin fertilizante ($p=0.0076$), en la interacción de plantas hembra con nutriente y la aplicación de 100 kg ha^{-1} de fósforo (0.0227). También en la interacción de plantas macho, el tratamiento testigo sin fertilizar y estacas de la base ($p=0.0025$).

Análisis por árbol de procedencia

En cuanto a la variable diámetro en el mes de octubre se obtuvo el mayor diámetro en comparación con los siete meses que se tomaron los datos y en las plantas hembras ($p=0.0001$) (Cuadro 4). En la variable número de brotes se observó que en el mes de noviembre hubo un mayor número de brotes con diferencias estadísticas significativas entre meses con un ($p=0.0433$) y en la interacción sexo por nutriente la estaca hembra en combinación con la aplicación de 100 kg ha^{-1} de fósforo obtuvo un mayor número de brotes ($p=0.0054$). En cuanto a la posición de la estaca no hubo diferencias estadísticas significativas en ninguna de las tres variables.

Could be due to that linaloe as a native species, does not respond favorably to fertilization. That matches with Cárdenas (2003) who noted that in biomass yields of grass, introduced species produce more forage than native species, since in most cases the introduced species respond better to fertilizer than native species.

Regarding analysis of total variance comprised of a seven-month period were found significant differences in the position of cutting ($p=0.0128$). A larger diameter on basal cutting this because the majority of the cuttings collected were terminal branches so these tend to be thicker at the bottom. Also found that female plants showed greater diameter compared with males being statistically significant ($p<0.0001$), because from the moment of planting female cuttings were larger in diameter.

In a period of seven months there was an increase in diameter for female cuttings of 3 mm. In this variable was found significant statistical difference in nutrients applied with control, indicating that the control achieved better response in diameter, obtained from the plants which were not subject to any treatment (Table 3). Significant responses were found with female plant interaction, without nutrient application and intermediate cuttings ($p=0.0269$).

Statistically basal cuttings showed higher number of shoots ($p=0.0015$), female plants ($p=0.0275$) and the application of 100 kg ha^{-1} of phosphorus ($p<0.0001$), and female plant interaction with the application of 100 kg ha^{-1} of phosphorus ($p<0.0001$), also on the male plant interaction.

Statistically significant differences were found in the variable accumulated shoots in basal cutting (0.0034), in female plants ($p=0.0018$), and in control without fertilizer ($p=0.0076$), in female plant interaction with nutrients and the application of 100 kg ha^{-1} of phosphorus (0.0227). Also in male plant interaction, control without fertilizer and basal cuttings ($p=0.0025$).

Analysis per tree of origin

As for the variable diameter, October had largest diameter in comparison to the seven months that data was taken and in female plants ($p=0.0001$) (Table 4). In the variable number of shoots was observed that in November had a greater number of shoots with significant statistical differences between months with a ($p=0.0433$) and in gender interaction per nutrient, female cutting in combination with the application

Cuadro 4. Pruebas de Tukey total por árbol (7 meses).
Table 4. Total Tukey's tests per tree (7 months).

| VAR | Meses | | Sexo ♂♀ | | Nutriente (D0, D1, D2, D3) | | Interacción | | |
|-----|----------------|-----|--------------|-----|-------------------------------|-----|-------------|---------------|------|
| | Media† (cm) | DS | Media (cm) | DS | Media (cm) | DS | I¶ | Media (cm) | DS |
| D | 1.9 J(b)*** | 0.2 | 2.5 ♀ (a)*** | 0.4 | NS | | | NS | |
| | 1.9 A(b) | 0.2 | 2.2 ♂ (b) | 0.3 | | | | | |
| NB | 4.8 N (a)** | 5.8 | NS | | NS | | ♀*D2 | 5.4 *** | 2.2 |
| | 2.9 A(b) | 1.1 | | | | | | | |
| | 2.8 J (b) | 1.1 | | | | | | | |
| BA | NS | | 10.1 ♀(a)*** | 7.6 | 11.4 D0(a)*** | 8.8 | ♀*D2 | 13.0** | 10.6 |
| | | | 6.5 ♂ (b) | 5.1 | 6.6 D1(b) | 2.9 | | | |
| | | | | | 6.5 D3(b) | 2.5 | | | |

VAR= variable. EB= estaca base; EI= estaca intermedia; EP= estaca apical. ♀= hembra; ♂= macho. D0= testigo; D1= 100 kg ha⁻¹ de N; D2= 0-100-0 kg ha⁻¹ de P; D3= 0-0-100 kg ha⁻¹ de K. D= diámetro; NB= número de brotes; BA= brote acumulado. ** significativo ($p < 0.05$); *** altamente significativo ($p < 0.01$); NS: no significativo. †únicamente se anotaron medias con distinta letra, (a) valor alto en la prueba de Tukey, (b) valor bajo según la prueba de Tukey. DS= desviación estándar. ¶ prueba de Tukey de la interacción de variables significativas.

La longitud del brote acumulado presentó diferencias estadísticas significativas ($p = 0.0003$) en las estacas hembra y en nutrimentos ($p = 0.0010$), lo que obedece a que el testigo fue el tratamiento en el que se obtuvo el mayor brote acumulado, y en la interacción sexo por nutriente presentó diferencias significativas ($p = 0.0304$) lo que indica que hubo repuesta a la interacción de estacas hembra por nutriente (100 kg ha⁻¹ de fósforo). En campo la respuesta predominante de la planta es al nitrógeno y potasio (Carvajal, 1984), en vivero al nitrógeno y el fósforo (Malavolta, 2000).

En la aplicación de 100 kg ha⁻¹ de potasio y nitrógeno no se encontró diferencia estadística significativa en ninguna de las tres variables, datos similares se encontraron por Bonilla *et al.* (2007) quienes aplicaron fertilización nitrogenada correspondientes a 100 kg de N ha⁻¹, utilizando tres fuentes: urea (46% N), compost (1.5% N) y gallinaza (1% N). No detectaron diferencias significativas en el rendimiento de materia seca de hojas.

Conclusiones

Las estacas de *Bursera linanoe* produjeron mayor número de brotes (4) con la dosis de 100 kg ha⁻¹ de Fósforo. Se observó mayor longitud acumulada de brotes (11.3 cm) en estacas que no se le aplicó ningún nutriente. Las estacas hembra fueron las que presentaron mayor número de brotes (4) y

of 100 kg ha⁻¹ of phosphorus obtained a higher number of shoots ($p = 0.0054$). Regarding to position of cutting there was no statistically significant difference in any of the three variables.

The cumulative shoot length showed statistically significant differences ($p = 0.0003$) in the female cuttings and in nutrients ($p = 0.0010$), which reflects the fact that control was the treatment that obtained the largest accumulated shoot, and in gender interaction per nutrient showed significant differences ($p = 0.0304$) indicating that there was a response to female cutting interaction per nutrient (100 kg ha⁻¹ of phosphorus). In field the predominant response of the plant is to nitrogen and potassium (Carvajal, 1984), in the nursery to nitrogen and phosphorus (Malavolta, 2000).

In the application of 100 kg ha⁻¹ of potassium and nitrogen was not found statistically significant differences in any of the three variables, similar data were found by Bonilla *et al.* (2007) who applied nitrogen fertilization corresponding to 100 kg ha⁻¹ of N, using three sources: urea (46% N), compost (1.5% N) and chicken manure (1% N). No significant differences in dry matter yield of leaves were detected.

Conclusions

Linanoe Bursera cuttings produced the largest number of shoots (4) with dose of 100 kg ha⁻¹ of phosphorus. It was observed a higher cumulative shoot length (11.3 cm) in

brote acumulado (10.1 cm). En cuanto a la posición de la estaca, la estaca de la base presentó mayor número de brotes (4) y brote acumulado (6.5 cm).

cuttings without application of nutrients. Female cuttings showed higher number of shoots (4) and accumulated shoot (10.1 cm). Regarding the position of cutting, the basal cutting had a higher number of shoots (4) and accumulated shoot (6.5 cm).

End of the English version



- Arizaleta, M. R. y Parés, J. 2002. Efecto de la fertilización con N-P-K sobre el contenido foliar y el crecimiento del café (*Coffea arabica* L.) en la etapa de vivero, en la población de Villanueva, estado Lara, Venezuela. *Café Cacao* 3(2):57-61.
- Arizaleta, M. y Pire, R. 2008. Respuesta de plántulas de café al tamaño de la bolsa y fertilización con nitrógeno y fósforo en vivero. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela. *Agrociencia* 42:47-55.
- Arteaga, M. B. y Zenil, J. R. 2005. Fertilización en vivero de *Pseudotsuga macrolepis* Flous. *Foresta Veracruzana* 7(1):41-45. Universidad Veracruzana. Xalapa México.
- Bonilla, C. R.; Sánchez, M. S. y Perlaza, D. F. 2007. Evaluación de métodos de propagación, fertilización nitrogenada y fenología de estevia en condiciones del Valle del Cauca. *Acta Agronómica*. 56(3):131-134.
- Bualó, R. A.; Karlanian, M.; Vivas, S.; García, L. E. A.; Hagiwara, J. C. y Greppi, J. A. 2006. Ensayo en dos especies nativas de *Calibrachoa* sp. (*C. linearis* y *C. kleinii*) bajo dos niveles de fertilización. *In*: 3º Congreso Argentino de Floricultura. 8º Jornadas Nacionales de Floricultura. 7-10 de noviembre. Plata, Buenos Aires.
- Cárdenas, E. A. 2003. Evaluación de una alternativa para disminuir el impacto ambiental que causan los fertilizantes nitrogenados en las pasturas de clima frío en Colombia. Tesis de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Carvajal, J. F. 1984. *Café. Cultivo y fertilización*. Berna, Instituto Internacional de la Potasa. Berna. 254 p.
- Cruz, C.; Mariles, E.; Solares, V. F.; Gómez, F. A.; Serrano, M. C.; Ayerde, A. C.; Fuentes, L. D.; Castellanos, L. M. E.; Orozco, C. S.; Vargas, A. D. y Borja-de la Rosa, A. 2009. Adaptación ecológica y climática de linaloe (*Bursera linanoe* (La Llave) Rzedowski, Calderón & Medina). Observaciones preliminares de la floración, fructificación y dispersión de la semilla de linaloe. *In*: fundamentos técnicos para el manejo de poblaciones naturales de Linaloe (*Bursera linanoe* (La llave) Rzedowski, C. and Medina, C. C. E.; Mariles F. V.; Gómez C. M. y Vázquez, A. D. (Comp.). INIFAP-Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca. México. Libro técnico 14:108-139.
- Cuesta, M. P. A. y Villaneda, V. E. 2005. El análisis de suelos: toma de muestras y recomendaciones de fertilización para la producción ganadera. *In*: Corpoica. 2005. Manual técnico- producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones Caribe y Valles interandinos. Red de Recursos Forrajeros-Corpoica. Subdirección de investigación e innovación. Programa de Fisiología y Nutrición animal. 1-10 pp.
- Gómez, C. M.; Cruz, C. E.; Mariles, F. V.; Solares, A. F.; Serrano, A. V. D.; Ayerde, L. M. E. Fuentes, L.; Castellanos, F. B.; Orozco, C. S.; Vargas, A. D. y Borja-de la Rosa, A. 2009. Observaciones preliminares de la floración, fructificación y dispersión de la semilla de linaloe. *In*: fundamentos técnicos para el manejo de poblaciones naturales de Linaloe (*Bursera linanoe* (La llave) Rzedowski, Calderón y Medina) en México. Cruz, C. E.; V. Mariles F.; M. Gómez C. y D. Vázquez, A. (Comp.). INIFAP- Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca. México. Libro técnico 14:108-139.
- López, C.; Chanfon, S. y Segura G. 2005. La riqueza de los bosques mexicanos: más allá de la madera. Experiencias de comunidades rurales. SEMARNAT y CIFOR Montana, México. 200 p.
- Malavolta, E. 2000. *Historia do café no Brasil*. Editora Agronômica Ceres. Sao Paulo. 456 p.
- Peñuelas, J. y Ocaña, L. 1996. *Cultivo de plantas forestales en contenedores, principios y fundamentos*. México. 225 p. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Centro de Publicaciones. Madrid, España. 190 p.
- Orozco, C. S.; Serrano, A. V.; Fuentes, L. M. E. y Ayerde, L. D. 2009. Observaciones preliminares de la floración, fructificación y dispersión de la semilla de linaloe. *In*: fundamentos técnicos para el manejo de poblaciones naturales de Linaloe (*Bursera linanoe* (La llave) Rzedowski, Calderón & Medina) en México. Cruz, C. E.; Mariles F. V.; Gómez C. M. y Vázquez, A. D. (Comp.). INIFAP- Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca. México. Libro técnico 14:245-263.