

Relación dimensión - germinación de semilla de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en la UMAF 2702ST Sierra de Tenosique*

Size - seed germination relationship in Mahogany (*Swietenia macrophylla* King) in UMAF 2702ST Tenosique Sierra

Ángel Sol Sánchez¹, Héctor Javier Megía Vera^{1§}, Julián Pérez Flores¹ y Javier López Upton²

¹Colegio de Postgraduados-Campus Tabasco. Carretera Cárdenas Huimanguillo, km 3.5. Periférico Carlos A. Molina. s/n, A. P. 24 Cárdenas, Tabasco, México. C.P. 86500. (sol@colpos.mx; julianflores@colpos.mx). ²Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. (uptonj@colpos.mx). [§]Autor para correspondencia: hmejia_vera@hotmail.com.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue medir las dimensiones de la semilla de caoba (*Swietenia macrophylla* King), y evaluar su germinación. La investigación se realizó en 2010, la unidad de manejo forestal (UMAF-2702ST) se ubicó en la región de los Ríos al Sur del estado de Tabasco. Las semillas se colectaron de árboles seleccionados en la UMAF-2702ST Sierra de Tenosique Tabasco, México. El largo y ancho de la semilla se determinó a través del equipo de Rayos-X Faxitron (MX-20, Faxitron X-ray Corporation, Wheeling, IL, USA), calibrado a 120 s y 26 kv de potencia (kVp). La germinación se realizó en una cámara germinadora programada a 30 ± 2 °C (C/N) y un fotoperiodo de 16 h de luz por 8 h de oscuridad y a una humedad relativa del 75. Se realizó el análisis de varianza por comunidades de UMAF-2702ST sierra de Tenosique como variable dependiente de las semillas colectadas, y como variable independiente la longitud y ancho de semilla, posteriormente se aplicó una prueba de medias según el procedimiento de Tukey, con un alfa 0.05. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables longitud, ancho de semilla y germinación de semilla. Los modelos de análisis de varianza y correlación fueron analizados en el paquete estadístico SAS utilizando los procedimientos PROC GLM y CORR. Las dimensiones de semillas de caoba reportaron una distribución normal,

Abstract

The aim of this study was to measure mahogany seed size (*Swietenia macrophylla* King), and evaluate germination. The research was conducted in 2010 in the forest management unit (UMAF-2702ST) located in the region South Rivers from Tabasco. Seeds were collected from selected trees in the UMAF-2702ST Tenosique Sierra, Tabasco, Mexico. Length and width of the seed was determined through X-ray with a Faxitron (MX-20, Faxitron X-ray Corporation, Wheeling, IL, USA), calibrated to 120 s and 26 kv power (kVp). Germination was performed on a programmable germination chamber at 30 ± 2 °C (C/N) and a photoperiod of 16 h light and 8 hours darkness and relative humidity at 75. The analysis of variance was performed by UMAF-2702ST Tenosique Sierra communities as the dependent variable of collected seeds, and as an independent variable seed length and width; subsequently means test was applied through Tukey, with an alpha 0.05. Pearson correlation coefficient was calculated for the variables seed length, width and seed germination. Analysis of variance and correlation models were analyzed using the statistical package SAS using the procedures PROC GLM and CORR. The size of mahogany seeds gave a normal distribution according to *Shapiro-Wilk* test modified for seed length and width variables. The most

* Recibido: noviembre de 2015
Aceptado: marzo de 2016

según la prueba de contraste *shapiro wilk* modificado para las variables longitud y ancho semilla. La longitud de semilla más frecuente fue de 16.5 - 18.5 mm con un registro de 119 semillas (28%) del total. La germinación fue de 100% en los árboles de Santo Tomás, de 63.3% en los árboles de Boca del Cerro, mientras que en los árboles de San Marcos no hubo correlación entre el largo y ancho de semillas con la germinación.

Palabras clave: caoba, germinación, semillas.

Introducción

Swietenia macrophylla King, es una de las especies forestales más importantes en México y América Central; desde el último siglo hasta hoy, la caoba, como se conoce comúnmente, ha sido una de las especies más importantes para el desarrollo de la industria forestal de América Latina. (Patiño, 1997). Por su valor comercial, las poblaciones naturales de caoba, han sido objeto de una excesiva explotación caracterizada por el aprovechamiento selectivo de árboles (Patiño, 1997). Esto impide la regeneración de la especie porque, se extraen las fuentes de semilla (Toledo y Sotillo 2005).

Recientemente ha aumentado el interés en el estudio y conservación de la variabilidad genética y relación que existe entre la dimensión de la semilla y la germinación de caoba como resultado del alto grado de deforestación detectado en las áreas en donde las especies son nativas (Newton *et al.*, 1997). La mayoría de las especies forestales del trópico, se propagan mediante semillas y su calidad fisiológica y genética influye de manera significativa en el éxito de las plantaciones. Los requisitos para alcanzar una regeneración exitosa de producción de plantas son diversos. Sin embargo, es fundamental seleccionar previamente las fuentes de germoplasma más apropiadas de la especie o especies que se pretenden propagar, calcular la cantidad de semillas destinadas a la siembra y recolectar los frutos necesarios en la fecha apropiada.

La producción de semillas varía de año en año. Además, tanto la cantidad de semillas como la fecundidad aumentan con las dimensiones de los árboles. Árboles por encima de los 30 cm de diámetro se considera que ya están en capacidad reproductiva (Kometter, 2004), aunque la mayor fecundidad se observa a 70 cm o mayor, siendo especialmente elevada en árboles gruesos cuya copa ocupa el dosel superior. La viabilidad de la semilla también está influenciada por

common seed length was 16.5-18.5 mm from 119 seeds (28%) of the total. Germination was 100% in trees from Santo Tomas, of 63.3% in the trees from Boca del Cerro, while in trees from San Marcos there was no correlation between seed length and width with seed germination.

Keywords: germination, mahogany, seeds.

Introduction

Swietenia macrophylla King is one of the most important forest species in Mexico and Central America; from the last century until today, mahogany, as is commonly known, has been one of the most important species for the development of the forest industry in Latin America (Patiño, 1997). For its commercial value, the natural populations of mahogany have been object of overexploitation, characterized for selective use of trees (Patiño, 1997). This prevents the regeneration of the species because seed sources are extracted (Toledo Sotillo and 2005).

Recently has increased the interest in the study and conservation of genetic variability and relationship between seed size and germination of mahogany as a result of high deforestation detected in the areas where the species are native (Newton *et al.*, 1997). Most tropical forest species are propagated by seeds and its physiological and genetic quality significantly influences the success of plantations. The requirements to achieve successful regeneration of plantations are different. However, it is essential to preselect the most appropriate sources of germplasm of the species that are intended to spread, calculate the amount of seed for sowing and harvest the necessary fruits on the appropriate date.

Seed production varies from year to year. In addition, both number of seeds and fertility increases with the size of the trees. Trees above 30 cm in diameter is considered in reproductive capacity (Kometter, 2004), although the highest fertility is observed at 70 cm or more, being especially high in large trees whose crown occupies the upper canopy. Seed viability is also influenced by the genetic characteristics of the parent plant, weather conditions during flowering, formation, development and fruit maturation, maturity degree of the seed to harvest and handling and post-harvest (Carvalho and Nakagawa 1983; Hartmann and Kester 1987).

las características genéticas de la planta progenitora, condiciones climáticas durante la floración, formación, desarrollo y maduración del fruto, el grado de madurez de la semilla a la cosecha y el manejo en colecta y poscosecha (Carvalho y Nakagawa 1983; Hartmann y Kester 1987).

Si bien la morfología de los frutos incluye rasgos que se mantienen relativamente constantes dentro de la especie, no ocurre lo mismo con su rendimiento de semillas y la eficiencia de éstas para germinar y dar origen a una nueva planta. Estas características presentan variaciones entre y dentro de las fuentes parentales las cuales están determinadas tanto por su componente genético y vigor, como por las condiciones climáticas y edáficas de los sitios de crecimiento, así como por la presencia de plagas y enfermedades (Snook *et al.*, 2005; Leadem *et al.*, 1984; Willan, 1991). Entre los escasos estudios que se han llevado a cabo en México para conocer la producción de semillas de la caoba se encuentra el trabajo de Gómez y Jasso (1995), quienes estudiaron la variación morfológica y el contenido de semillas existente en una muestra de frutos procedente de poblaciones naturales y plantaciones en el estado de Quintana Roo, México.

Los estudios sobre aspectos morfológicos, genéticos y fisiológicos, así como aspectos físicos, bióticos y ecológicos de las especie, útiles para eliminar factores que limiten su desarrollo e impidan el establecimiento representan una fuente de material genético; además constituyen la materia prima para la reforestación de áreas perturbadas. Para ello, es necesario que la semilla pase por el proceso de germinación, por el cual se obtendrán plántulas de calidad determinada en parte, por la calidad biológica de la semilla utilizada (Correa 1990) y en parte por las condiciones en que se desarrolle el proceso de germinación (Bewley, 1997).

Se observa que la semilla de mayores dimensiones tiende a germinar con rapidez y produce plántulas más grandes y vigorosas, en comparación con la semilla pequeña, la cual germina más lentamente, originando plántula débil y mal formada (Betancur, 1983), pero esto no se ha comprobado para la mayoría de las especies forestales del trópico. Debido a lo anterior en los últimos años ha surgido un mayor interés en conocer, caracterizar y manejar estos recursos (Pérez, 2000). Considerando lo anterior se condujo al presente estudio para determinar la relación de las dimensiones de la semilla con la germinación en caoba y a partir del estudio de selección y variación fenotípica de caoba.

Although fruit morphology includes features that remain relatively constant within species not so with seed yield and efficiency of these to germinate and give rise to a new plant. These characteristics have variations between and within the parental sources which are determined by both its genetic component and vigor, as for climate and soil conditions of the growing sites, as well as the presence of pests and diseases (Leadem *et al.*, 1984; Willan, 1991; Snook *et al.*, 2005). Among the few studies that have been conducted in Mexico to know seed production of mahogany is the work from Gómez and Jasso (1995), who studied the morphological variation and existing seed content in fruit samples from natural populations and plantations in the state of Quintana Roo, Mexico.

Studies on morphological, genetic and physiological aspects as well as physical, biotic and ecological aspects of the species, useful to eliminate factors that limit their development and prevent the establishment represent a source of genetic material; also constitute the raw material for reforestation of disturbed areas. Therefore it is necessary that seeds pass through the germination process by which seedlings of certain quality will be obtained, partly by the biological quality of seed used (Correa, 1990) and partly by the conditions in which the germination process develops (Bewley, 1997).

It is noted that a larger seed tends to germinate quickly and to produce vigorous and larger seedlings, compared to a small seed which germinates more slowly, giving a weak and malformed seedling (Betancur, 1983), but this has not been proven for most tropical forest species. Due to the above, in recent years there has been an increased interest in learning, characterize and manage these resources (Pérez, 2000). Considering the above the present study was conducted to determine the relationship of seed size with germination in mahogany and from a selection study and phenotypic variation of mahogany.

Objective

Evaluate seed size and germination of mahogany (*Swietenia macrophylla* King), from the UMAF 2702ST, Sierra Tenosique Tabasco, Mexico.

Objetivo

Evaluar las dimensiones de la semilla y la germinación de caoba (*Swietenia macrophylla* King), procedentes de la UMAF 2702ST, Sierra de Tenosique Tabasco, México.

Materiales y métodos

Área de estudio. La presente investigación se realizó en 2010. La unidad de manejo forestal (UMAF-2702ST) se ubica en la región de los Ríos al Sur del estado de Tabasco, a los 17° 13' 22" y 17° 28' 34" latitud norte, 90° 57' 08" y 91° 39' 02" longitud oeste. Colinda al Norte con el municipio de Balancán, al Sur con el estado de Chiapas y la República de Guatemala, al Este con Guatemala, al Oeste con los municipios de Emiliano Zapata, Tabasco y Chilón, Chiapas (Figura 1). Se conformó de 43 comunidades, Arena de Hidalgo, Redención del Campesino, Ignacio Allende, Álvaro Obregón, Rancho Grande y Lic. Adolfo López Mateos son los núcleos de población más grandes, sin embargo no supera los 2 500 habitantes (CONAPO, 2000).

El clima

De acuerdo al sistema de clasificación de Köppen, modificado por García (1964), la UMAF-2702ST presenta clima cálido húmedo, con lluvias todo el año identificado como Af (m)w"(i)g, con una precipitación media anual superior a los 2 000 mm, presentando en los meses de Julio-Agosto una sequía intraestival.

Suelos y fisiografía

Los suelos predominantes en la UMAF-2702ST son los Fluvisoles, Cambisoles, Leptozoles, Luvisoles, Arenosoles, Vertisoles y Gléysoles; asimismo, la altitud varía de 200 a 1 000 msnm (CONAFOR, 2011). Esta variación en la altitud origina tres zonas fisiográficas. La zona sierra, caracterizada por un paisaje de cerros dómicos y cónicos y geoformas semionduladas con altitud de 60 a 1 000 msnm. La altitud aumenta conforme se avanza hacia al sur desde los ejidos de los Rieles de San José hasta el ejido de Corregidora Ortiz de Domínguez.

La zona de lomeríos, se caracteriza por presentar lomeríos suaves de 20 a 60 msnm, tiene pendientes que han favorecido problemas de erosión superficial. Esta área de lomeríos inicia

Study area

This research was conducted in 2010. The forest management unit (UMAF-2702ST) is located in the region of the southern rivers from Tabasco, at 17° 13' 22" and 17° 28' 34" north latitude, 90° 57' 08" and 91° 39' 02" west longitude: bordered in the north by the municipality of Balancán, south with the state of Chiapas and the Republic of Guatemala, east with Guatemala, west with the municipalities of Emiliano Zapata, Tabasco and Chilon, Chiapas (Figure 1). It was formed by 43 communities, Arena de Hidalgo, Redencion del Campesino, Ignacio Allende, Alvaro Obregon, Rancho Grande and Lic. Adolfo Lopez Mateos are the largest population centers, but does not exceed 2 500 inhabitants (CONAPO, 2000).

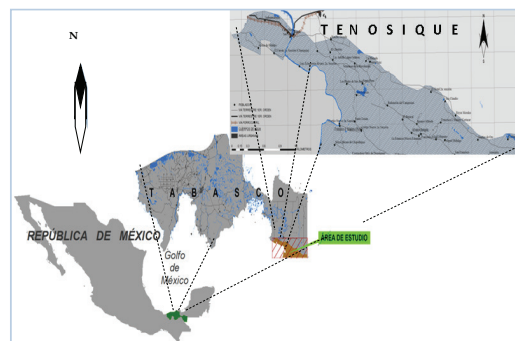


Figura 1. Localización geográfica del área de estudio.
Figure 1. Geographical location of the study area.

Weather

According to Koeppen classification system, modified by Garcia (1964), the UMAF-2702ST has a warm humid climate with rainfall throughout the year identified as Af (m) w"(i) g, with an average annual rainfall higher than 2 000 mm, with dog days during the months of Julio-August .

Soils and topography

The predominant soils in the UMAF-2702ST are Fluvisols, Cambisols, Leptozols, Luvisols, Arenosols, Vertisols and Gleysols; likewise, the altitude varies from 200 to 1 000 masl (CONAFOR, 2011). This variation in altitude creates three physiographic areas. The mountain area is characterized by a landscape of domes and conical hills and uneven landform with altitude from 60 to 1 000 masl. The altitude increases as it moves towards south from the ejidos los Rieles de San José to the ejido de Corregidora Ortiz de Domínguez.

Lowhill area is characterized by having smooth hillocks from 20 to 60 masl; it has slopes that have favored superficial erosion problems. This area begins from ejido Redencion

del ejido Redención del Campesino, Francisco Villa, Ignacio Allende, hasta el ejido San Francisco que es frontera con la república de Guatemala. La zona del valle, caracterizada por presentar un relieve cóncavo, esta zona se ubica en las partes más bajas de la UMAF-2702ST Sierra y corresponde a los ejidos de San Carlos, Sueños de Oro, hasta el ejido Carlos Pellicer Cámara.

Colecta de semilla

La semilla utilizada en el presente estudio se obtuvo de frutos de caoba recolectados en la UMAF-2702ST los frutos se obtuvieron de árboles con características fenotípicas superiores Rectitud, Fuste Limpio, Longitud de Copa y Sanidad, se colectaron dos frutos de la parte media de la copa, de cada uno de los cinco árboles fenotípicamente sobresalientes. Se trasladaron los frutos en bolsas de papel Kraft, al banco de germoplasma de la CONAFOR Tabasco. Para el beneficio, los frutos se pusieron a media sombra durante 3 días por 4 h y se esperó a que abrieran los frutos.

Caracterización de semilla

El largo y ancho de la semilla se determinaron a través de las herramientas del software del equipo de Rayos-X Faxitron (MX-20, Faxitron X-ray Corporation, Wheeling, IL, USA), calibrado a 120 s y 26 kv de potencia (kVp) (Goodman *et al.*, 2005) (Figura 2). Posteriormente, se realizó la siembra de 30 semillas en charolas de germinación de 18 x 12.5 cm. Se pusieron tres charolas por árbol (90 semillas). El sustrato utilizando fue arena desinfectada en el horno Fischer Scientific® series 500, a 150 °C durante 2 h (ISTA, 1996). Las charolas, se colocaron en una germinadora marca Seedburo®, modelo MPG-300 programada a 30 ± 2 °C y un fotoperiodo de 16 horas de luz por 8 horas de oscuridad y humedad relativa de 75%.

La capacidad germinativa se hizo durante 15 días, se evaluó cada 15 días a partir del vigésimo día cuando apareció la primera radícula. Y hasta los 60 días que es el tiempo máximo reportado para la germinación de semilla en esta especie. El porcentaje de germinación se evaluó para determinar la relación que existe entre las dimensiones de la semilla y la germinación.

Análisis estadístico

Los datos de cada variable se examinaron mediante la prueba de contraste *shapiro wilk* modificado a fin de determinar su distribución normal y homogeneidad de varianzas

del Campesino, Francisco Villa, Ignacio Allende, to the ejido San Francisco which borders with the Republic of Guatemala. The valley area, is characterized for having a concave relief, this area is located in the lower parts of the UMAF-2702ST Sierra and corresponds to the ejidos San Carlos, Sueños de Oro, to the ejido Carlos Pellicer Camara.

Seed collection

The seeds used in this study were obtained from mahogany fruits harvested in the UMAF-2702ST; the fruits were obtained from trees with higher phenotypic characteristics Straightness, live crown base, Crown Length and Health, two fruits of the middle part from the crown were collected, from each of the five phenotypically outstanding trees. The fruits were transported in Kraft paper bags, to the germplasm bank from CONAFOR Tabasco. For the benefit, the fruits were placed in partial shade during 3 days for 4 h and waited for fruit to open.

Seed characterization

Length and width of the seeds were determined through X-ray Faxitron (MX-20, Faxitron X-ray Corporation, Wheeling, IL, USA), calibrated to 120 s and 26 kv power (kVp) (Goodman *et al.*, 2005) (Figure 2). Then proceeded to plant 30 seeds in germination trays of 18 x 12.5 cm; three trays per tree (90 seeds) were placed. The substrate was sand in disinfected in furnace Fischer Scientific® series 500, at 150 °C for 2 h (ISTA, 1996). The trays were placed in a germinating Seedburo® make, model MPG-300 programmed at 30 ± 2 °C and a photoperiod of 16 hours light and 8 hours dark, relative humidity of 75%.

The germination capacity was made for 15 days, assessed every 15 days from the twentieth day when it appeared the first radicle, and until 60 days that is the maximum time reported for seed germination in this species. The germination percentage was evaluated to determine the relationship between size and seed germination.

Statistic analysis

The data for each variable were examined through *Shapiro-Wilk test* modified to determine its normal distribution and homogeneity of variances required for analysis of variance (ANOVA). ANOVA was conducted taking the communities from UMAF-2702ST as dependent variables from collected seeds, and as an independent variable seed length and width; then a mean test was applied, Tukey with an alpha

requeridas para el análisis de varianza (ANOVA). El ANOVA se realizó tomando las comunidades de la UMAF-2702ST como variables dependientes de las semillas colectadas, y como variable independiente; la longitud y ancho de semilla, posteriormente, se aplicó una prueba de medias según el procedimiento de Tukey, con un alfa al 0.05. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson entre las variables longitud, ancho de semilla, y germinación de semilla. También se calcularon los estadísticos descriptivos y se elaboraron histogramas de frecuencias para cada variable, los cuales fueron analizados en el paquete estadístico SAS.

Resultados y discusión

Las dimensiones de semillas de caoba reportaron una distribución normal. La longitud de semilla más frecuente fue de 16.5 - 18.5 mm con un registro de 119 semillas (28%) del total; el ancho de la semilla tuvo un comportamiento semejante a la longitud de la semilla, en tanto que el intervalo de clase de entre 8.59-9.49 mm fue el más frecuente con 138 semillas (33%) del total (Figura 2).

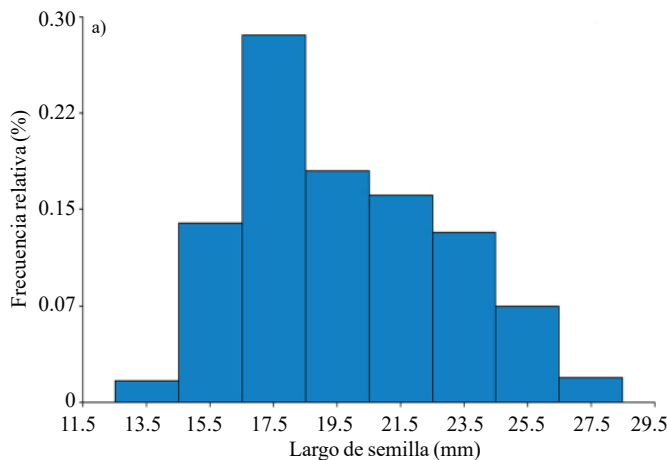


Figura 2. Histograma de frecuencias de las dimensiones de la semilla de caoba.
Figure 2. Frequency histogram from mahogany seed size.

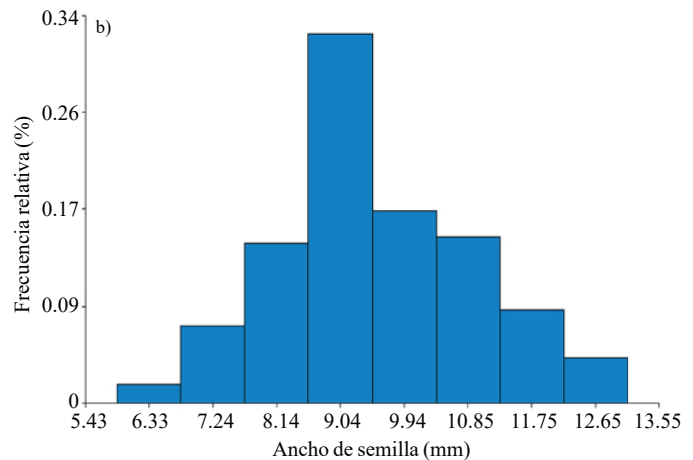
Como se observa en el Cuadro 1, los valores más altos de longitud y ancho de semillas se encontraron en los sitios San Marcos (SM) y Santo Tomás 2 (ST2), respectivamente, mientras que los mínimos en el sitio Santo Tomás (ST). Asimismo se observó un CV menor al (13%), para cada una de las variables evaluadas.

0.05. Pearson correlation coefficient between the variables seed length, width and seed germination was calculated. Descriptive statistics were calculated and made frequency histograms for each variable, which were analyzed with SAS.

Mahogany seed size gave a normal distribution. The most common seed length was 16.5 - 18.5 mm with a record from 119 seeds (28%) of the total; seed width had a similar behavior to length, while class interval between 8.59-9.49 mm was the most frequent with 138 seeds (33%) of the total (Figure 2).

As shown in Table 1, the highest values of seed length and width were found in San Marcos (SM) and Santo Tomas 2 (ST2), respectively, while the minimum in Santo Tomas (ST). Also, it was observed a CV lower to (13%), for each of the variables evaluated.

Based on square means and means comparison test, there were statistically significant differences for the variables seed length and width, being for both treatments "Francisco Villa" and "San Marcos" the ones with higher average length and width (Table 2).



Germination

As shown in Table 1, the highest values for mahogany seed germination were collected in Boca del cerro (BC), Santo Tomás 2 (ST2) and San Marcos (SM) respectively, while the minimum germination was found in Francisco villa (BC) (Table 1). Table 2. Only shows one variable.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos para las dimensiones de la semilla de caoba, colectada en las comunidades de la UMAF-2702ST.**Table 1. Descriptive statistics for mahogany seed size, collected in communities from UMAF-2702ST.**

Tratamiento	Variable	Media	CV	Mín	Máx
Boca del Cerro	L	17.26	12.00	12.65	26.40
Boca del Cerro	A	9.03	10.52	5.88	12.00
Francisco Villa	L	21.94	10.11	16.50	27.83
Francisco Villa	A	10.26	10.09	7.55	12.70
San Marcos	L	22.43	13.45	15.85	28.46
San Marcos	A	10.89	12.11	7.60	13.10
Santo Tomás	L	17.02	7.69	12.50	19.80
Santo Tomás	A	8.36	11.04	6.20	10.76
Santo Tomás 2	L	20.58	11.18	15.20	24.70
Santo Tomás 2	A	9.27	10.22	6.60	11.60

Comunidades de la UMAF-2702ST. Longitud de semilla (L); ancho de semilla (A).

Con base en los cuadrados medios y la prueba de comparación de medias, hubieron diferencias estadísticas significativas para las variables longitud y ancho de semilla siendo para ambos tratamientos "Francisco Villa" y "San Marcos" los de mayor longitud y anchura promedio (Cuadro 2).

Germinación

Como se observa en el Cuadro 1, los valores más altos de germinación de semillas de caoba se colectó en las procedencias de los sitios Boca del cerro (BC), Santo Tomás 2 (ST2) y San Marcos (SM) respectivamente, mientras que el mínimo de germinación se encontró en el sitio Francisco Villa (BC) (Cuadro 1). En el Cuadro 2 solo hay una variable.

En cuanto a la germinación de la semilla de caoba, los cuadrados medios mostraron diferencias estadísticas entre procedencias. Con base en la comparación de medias, la prueba de F indicó diferencias estadísticas en germinación entre las procedencias para las tres fechas de muestreo ($p=0.0008$, 0.002 y 0.004 , respectivamente). Las semillas de Santo Tomás presentaron buenas respuestas de germinación a la primera fecha de muestreo. Para la segunda fecha, esta misma tendencia se mantuvo para la última fecha de evaluación. En esta fecha, la semilla de boca del cerro solo alcanzó un 63% de germinación (Figura 3).

Cuadro 2. Estadísticos descriptivos de las dimensiones de la semilla con la germinación de caoba**Table 2. Descriptive statistics of seed size with seed germination for mahogany.**

Localidades	Largo	Ancho	Germinación (%)
Boca del Cerro	17.26 a	9.03 b	90
San Marcos	22.43 b	10.89 d	96.7
Santo Tomás	17.02 b	8.36 a	100
Santo Tomás 2	20.58 c	9.27 b	100
Francisco Villa	21.94 d	10.26 c	63.3

Comunidades de la UMAF-2702ST. N=90.

As for seed germination, mean squares showed statistical different between origins. Based on means comparison, the F test indicated statistical differences in germination among origins for all three sampling dates ($p=0.0008$, 0.002 and 0.004 , respectively). The seeds from Santo Tomás showed a good germination response to the first sampling date. For the second date, the same trend continued for the last date of evaluation. On this date, the seed from Boca del Cerro just reached 63% germination (Figure 3).

Boca del Cerro (BC), Francisco Villa (FV), San Marcos (SM), Santo Tomás (ST) communities from UMAF-2702ST.

Seed size and seed germination did not correlate. Similarly, there was no correlation between seed length and width ($r^2=0.9$, $p=0.009$).

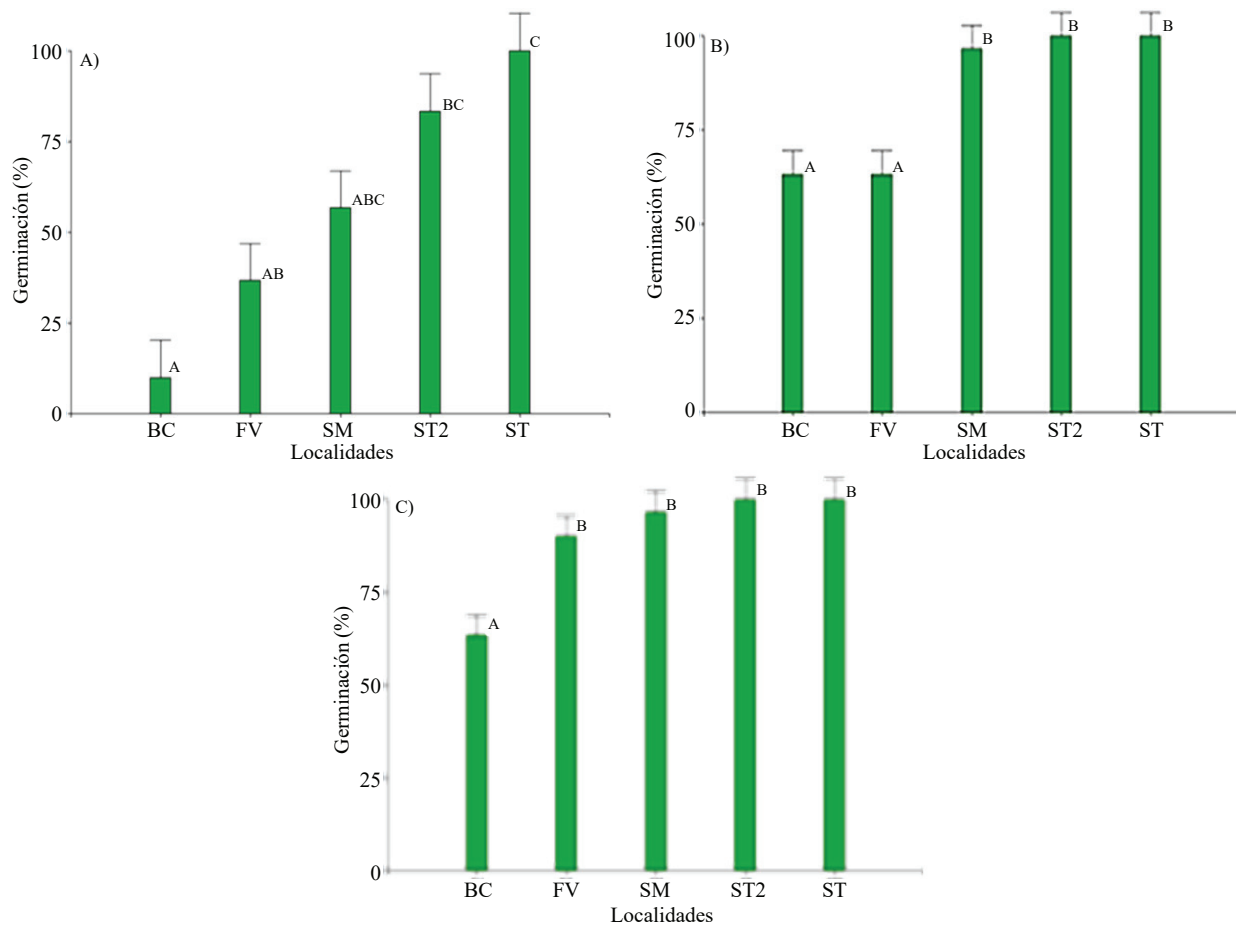


Figura 3. Porcentaje de germinación en caoba de cinco procedencias.
Figure 3. Mahogany germination percentage from five sources.

Boca del Cerro (BC), Francisco Villa (FV), San Marcos (SM), Santo Tomás (ST), comunidades de la UMAF-2702ST.

Las dimensiones de la semilla y la germinación no correlacionaron. Igualmente, no se observó correlación entre el largo y ancho de la semilla ($r^2=0.9, p=0.009$).

Conclusiones

Los valores más altos de longitud y ancho de semillas se encontraron en los ejidos San Marcos (22.43 - 10.89) y Santo Tomás 2 (20.58 - 9.27) respectivamente, mientras que los mínimos en el sitio Santo Tomás (17.89 - 8.36). La semilla de Santo Tomás presentó hasta 100% de germinación, no hubo correlación significativa entre las dimensiones de la semilla y la germinación.

Conclusions

Higher values of seed length and width were found in the ejidos San Marcos (22.43 - 10.89) and Santo Tomás 2 (20.58 - 9.27) respectively, while the lowest in Santo Tomás (17.89 - 8.36). The seed from Santo Tomás showed up to 100% germination, there was no significant correlation between seed size and germination.

End of the English version



Literatura citada

- Álvarez M. 1999 Caracterización de frutos y semillas de *Cedrela odorata* L. *Tabebuia rosea* Angus *acuminata* y *Cupressus lusitanica*. En: Salazar R (ed) Avances de producción de semillas forestales en america latina CATIE, Turrialba, Costa Rica. 145-150 pp.

- Betancourt B. 1993. Silvicultura especial de árboles maderables tropicales. Ministerio de Cuba. Editorial científico-técnico. La Habana, Cuba. 309 p.
- Blundell, AG; Rodan, BD. 2003. Mahogany and CITES: moving beyond the veneer of legality. *Oryx*: 37. 1055-1066 pp.
- Correa, V. J. 1990. El proceso de la germinación. En: Triviño D. T. Jara N. L. (eds) Memorias "Seminario-Taller sobre investigaciones en semillas forestales tropicales", Bogotá Colombia, Octubre 26-28 1988. 95-100 pp.
- Edwards, D.G.W. (1973): Polaroid film for rapid seed radiography. En "Seed Processing". Bergen, Norway. Vol. I, Paper 6. 45 p.
- Freud, R. J.; LITTLE, R. C. 1981. Sas for linear models. A guide to the ANOVA and GLM procedures. SAS Institute Inc. Cary, NC. U.S. 231 p.
- Gillies, A. C. M.; Navarro, C; Lowe, A. J.; Newton, A. C.; Hernandez, M; Wilson, J; Cornelius, J. P. 1999. Genetic diversity in Mesoamerican populations of mahogany (*Swietenia macrophylla*), assessed using RAPDs. 1999. *Heredity* 83:722-732.
- Gómez, T. J.; Jasso, M. J.. 1995. Variación morfológica de frutos de *Swietenia macrophylla* King (Caoba). II Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Montecillo, México. 11 p.
- Goodman, R. C; Jacobs, D. F.; Karrfalt, R. P. 2005. La evaluación de sensibilidad a la desecación de las bellotas de *Quercus rubra* con rayos-X. *Canadian Journal of Forest Research* 35:2823-2831.
- Jiménez Saa, H. 1999. Diagnóstico de la Caoba (*Swietenia macrophylla* King) en Mesoamérica. Revisión Bibliográfica. San José, Costa Rica. Centro Científico Trópic. 63 p.
- Kamra, S.K. (1964): Determination of seed quality by X-rays. *Adv. Frontiers of Plant Sci.* 9:119-130.
- Kamra, S.K. (1973): X-ray radiography of teak seed (*Tectona grandis* L.). En "Seed Processing", Proc. Symposium IUFRO Wkg. Group on Seed Problems, Bergen, Vol. I, Paper 9.
- Kamra, S.K. (1974): X-ray radiography of tropical forestry seed. En Proc. Seed X-ray Symposium, Macon, Ga., EE.UU., 1-19 pp.
- Kometter, R; Martinez, FM; Blundell, AG; Gullison, RE; Steininger, MK; Rice, RE. 2004. Impacts of unsustainable mahogany logging in Bolivia and Peru. *Ecology and Society* 9(1):12. Consultado Septiembre 2006. Disponible en <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss1/art12>.
- Lamb, BF. 1966. Mahogany of tropical America. Its ecology and management. EEUU, The University of Michigan Press. 220 p. legality. *Oryx* 37(1):87-90.
- Lunstrom, A.N. (1903): Diskussionssinlägg vid För. F. Skogsvard disk-möte a Robertsfor. Arsskr. Fran Fören. F. Skogsvard i Norrland. Estocolmo. 1904:15.
- Navarro, C. 1999. Diagnóstico de la caoba (*Swietenia macrophylla*) en Mesoamérica. Silvicultura-Genética. San José, Costa Rica, Centro Científico Trópic. 25 p.
- Newton, AC; Cornelius, JP; Baker, P; Gillies ACM; Hernández M; Rammarine, S; Mesén, JF; Watt, AD. 1997. Mahogany as a genetic resource. *Botanical Journal of the Linnean Society* 122:61-73.
- Newton, AC; Cornelius, JP; Baker, P; Gillies ACM; Hernández M; Rammarine, S; Mesén, JF; Watt, AD. 1997. Mahogany as a genetic resource. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 122:61-73.
- Parraguirre, L, C. 1992. Germinación de las semillas de trece especies forestales comerciales de Quintana Roo. In Snook, LK; Barrera de Jorgenson, A. (eds.). Madera, Chicle, Caza y Milpa. Contribuciones al Manejo Integral de las Selvas de Quintana Roo, México. 67-80 pp.
- Patiño, F. 1997. Recursos genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* en los neotropicos: propuestas para acciones coordinadas Dirección de recursos forestales. Departamento de montes FAO Roma Italia 58 p.
- R. D. Cairns; Z. Yang. 2000. The Converse of Hartwick's Rule and Uniqueness of the Sustainable Path, *Natural Resource Modeling*. Vo.13, 10 p.
- Rodan B. D. Newton A. C. y Verissimo A. 1992. Mahogany conservation; status and policy initiatives. *Environmental conservation* .19(4):331-334.
- SAS Institute. (2001) SAS user guide: Statistical Analysis System, Version 8.2. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Simak, M. 1980. X-radiography in research and testing of forest tree seeds. Umea Swedish University of Agriculture Science Nomen da revista. No 53. 1-34 pp.
- Simak, M.; Gustafsson, A. 1953. X-ray photography and sensitivity in forest tree species. *Hereditas* 39: Genetics Department Forest Research Institute, Sweden. 458-468 pp.
- Snook, LK. 1996. Catastrophic disturbance, logging and the ecology of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) grounds for listing a major tropical timber species in CITES. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 122:35-46.
- Snook, LK; Iskandar, H; Chow, J; Cohen, J; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de caoba en aperturas post-extracción a partir de semillas y plántulas. *Recursos Naturales y Ambiente*. Departamento Forestal de Belice. No.44:76-83.
- Snook, LK; Negreros-Castillo, P; O'Connor, J. 2005. Supervivencia y crecimiento de plántulas de caoba en aperturas creadas en la Selva Maya de Belice y México. *Recursos Naturales y Ambiente*. Departamento Forestal de Belice. No.44:91-99.
- Toledo Sotillo, M. & L.K. Snook. 2005. Efectos de la dispersión de semillas y tratamientos silviculturales en la regeneración natural de la caoba en Belice. *Recursos Naturales y Ambiente*. Departamento Forestal de Belice. No.44:68-75.
- White, GM; Boshier, DH; Powell, W. 2002. Increased pollen flow counteracts fragmentation in a tropical dry forest: An example from *Swietenia humilis* Zuccarini. *Proceedings of the National Academy of Sciences* .99:2038-2042.