

GERMINACIÓN Y SUPERVIVENCIA DE DOS ESPECIES DE ACAHUAL DE SELVA BAJA PARA RESTAURAR DUNAS COSTERAS

GERMINATION AND SURVIVAL OF TWO SPECIES OF ACAHUAL OF TROPICAL DRY FOREST TO RESTOR COASTAL DUNES

Patricia Moreno-Casasola¹, Dulce Infante Mata¹ y Carolina Madero-Vega¹

RESUMEN

Las selvas bajas caducifolias proveen recursos importantes a las comunidades, por lo que conocer la percepción de este recurso permite identificar cuáles son las especies más convenientes para iniciar la restauración de su cobertura arbórea y diversidad. A través de entrevistas se determinaron 98 especies útiles en la región costera de Actopan, Veracruz. Los usos más frecuentes fueron leña, construcción, postes, cerca viva, carbón, comestible y medicinal. Se eligieron a *Gliricidia sepium* y a *Leucaena leucocephala* para realizar experimentos de germinación y el establecimiento en una plantación en dunas costeras, ubicando plántulas debajo del dosel de los árboles (sombra) y en áreas cubiertas por vegetación herbácea (exposición al sol). La germinación de semillas recién colectadas de *L. leucocephala* fue de 50% en condiciones de sombra y de sol; sin embargo, conforme pasa el tiempo pierden viabilidad. Las semillas de *G. sepium* presentaron 75% de germinación en varios de los tratamientos aplicados, además no perdieron viabilidad después de ocho meses de almacenamiento. Para las plántulas la condición más benéfica para su establecimiento fue la de sombra con una supervivencia de 86% para *L. leucocephala* y de 38% para *G. sepium*. El uso de hidrogel contribuyó a obtener dicha respuesta durante la temporada de secas, al reducir la necesidad de riego.

Palabras clave: Dunas, *Gliricidia sepium*, hidrogel, *Leucaena leucocephala*, plantación experimental, restauración.

ABSTRACT

The tropical dry forests provide important resources to local communities. Knowledge of the local perceptions and species use allows the identification of the species most convenient to begin the restoration of the woody cover and diversity of the dunes. Through interviews, 98 species were identified as useful in the coastal region of Actopan, Veracruz. The most common use were firewood, building poles, live fences, coal, edible and medicinal. *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* were chosen for germination experiments and establishment of a plantation on coastal dunes. Seedlings were placed under the canopy (shade) and in areas covered by herbaceous vegetation, under sun exposure. Germination of the newly collected seeds of *L. leucocephala* was 50% under both conditions, but the stored seeds lose viability. The seeds of *G. sepium* presented 75% of germination in the different treatments, and did not lose viability after eight months of storage. The most beneficial condition for the establishment of seedlings was shade, with 86% survival of *L. leucocephala* and 38% for *G. sepium*. The use of hydrogel helped seedling survival during the dry season and decreased the need to water the plantation.

Key words: Dunas, *Gliricidia sepium*, hydrogel, *Leucaena leucocephala*, experimental plantation, restoration.

Fecha de recepción: 16 de mayo de 2011

Fecha de aceptación: 2 de junio de 2011

¹ Instituto de Ecología A.C., Departamento de Ecología Funcional. Correo-e: patricia_moreno@inecol.edu.mx

INTRODUCCIÓN

Las selvas bajas caducifolias tienen una distribución amplia en México y cubren una superficie de 145 060 km² (INEGI, 2005). Se localizan en la costa del Pacífico, desde el sur de Sonora hasta Chiapas, con una prolongación notable en el centro del país (Rzedowski, 1978; Durán *et al.*, 2006). También se le encuentra a lo largo de la costa del Golfo de México y en manchones en Tamaulipas, San Luis Potosí y el norte de Veracruz (Sarukhán, 1998; Castillo-Campos *et al.*, 2007). Además, recientemente se han descrito algunos segmentos en Baja California Sur y en el norte de la Península de Yucatán (Rincón *et al.*, 1999; Díaz-Gallegos *et al.*, 2002). Se desarrollan en suelos poco formados, sobre malpais y, en algunos casos, sobre sustratos arenosos, como la de la zona costera en los estados de Tamaulipas y Veracruz, misma que colinda con ecosistemas de dunas con diferente grado de estabilización (móviles o cubiertos de pastizales); en esta última entidad también se asocian con selvas medianas subcaducifolias (Castillo-Campos y Medina, 2002; Castillo-Campos *et al.*, 2007).

Esta asociación vegetal ha sido modificada a través del tiempo hasta en 78% de su área original a nivel mundial (Houghton *et al.*, 1991). De hecho, desde la Conquista Española, la de la costa Mesoamericana del Pacífico ha reducido su extensión en un 98% (Janzen, 1988). En México esto obedece a varias razones, entre las que destacan la ganadería extensiva (58%), la extracción de madera (21%), la agricultura (14%) y los incendios forestales (7%). INE-SEDESOL (1993), así como Flores y Gerez (1994), estiman que en 1981 la cobertura de la selva baja caducifolia a nivel nacional era del 12.36%, de la cual sólo 8.92% no presentaba perturbaciones graves, mientras que para 1990 la cobertura sin alterar de este tipo de vegetación era de 6.98%, únicamente, quedando así 27% de la superficie original (Trejo y Dirzo, 2002). En 1992, la tasa de deforestación anual estimada para esta selva fue de 163,000 ha (Rincón *et al.*, 1999). En un estudio de paisaje se observó que la selva baja caducifolia era el tipo de vegetación más alterado de la zona costera en la planicie baja central del Golfo de México (Travieso-Bello y Campos, 2006).

Un estudio de 20 sitios de selva baja en México demostró una gran diversidad florística por sitio además de un recambio alto de especies, ya que de un total de 917, 72% estaban reunidas en uno solo de ellos (Trejo y Dirzo, 2002) En este mismo tipo de comunidad, pero sobre sustrato arenoso, de la zona de La Mancha, Veracruz, se ha consignado la presencia de 84 especies. Un análisis del tipo de especies mostró que las primarias representan 56% de la riqueza, mientras que las secundarias 44% (Travieso-Bello, 2000). Estos valores destacan la importancia de conservar la diversidad de estas comunidades y de buscar alternativas

INTRODUCTION

Tropical dry forests have a broad distribution in Mexico and display over 145,060 km² (INEGI, 2005). They are found in the coast of the Pacific, from the South of Sonora State to Chiapas State, with an important extension at the center of the country (Rzedowski, 1978; Durán *et al.*, 2006). It is also found along the coast of the Gulf of Mexico and in stands in the States of Tamaulipas and San Luis Potosí and the north of Veracruz (Sarukhán, 1998; Castillo-Campos *et al.*, 2007). In addition, some segments have been recently described in Baja California Sur State and in the North of Península de Yucatán (Rincón *et al.*, 1999; Díaz-Gallegos *et al.*, 2002). They develop on immature soils, over "malpais" and, in some cases, over sandy soils, such as the tropical dry forests of the coast zone in the states of Tamaulipas and Veracruz, which neighbors dune ecosystems with different degree of stabilization (mobile or cover by grass lands) and it is also associated with middle tropical dry forests (Castillo-Campos y Medina, 2002; Castillo-Campos *et al.*, 2007).

This vegetal association has been modified world wide through time up to 78 % from its original territory (Houghton *et al.*, 1991). In fact, since the Spanish Conquest, the one at the Mesoamerican coast of the Pacific has reduced its space in 98% (Janzen, 1988). In Mexico, several reasons explain this situation such as extensive livestock (58%), wood extraction (21%), agriculture (14%) and forest fires (7%). INE-SEDESOL (1993), as well as Flores and Gerez (1994), estimate that in 1981 the tropical dry forest cover of the national territory was 12.36%, of which only 8.92% did not have serious disturbance, while in 1990 the vegetation of this type without alterations was of only 6.98%, which left 27% of the original land (Trejo y Dirzo, 2002). In 1992, the estimated annual deforestation rate for this type of forest was 163,000 ha (Rincón *et al.*, 1999). In a landscape study was observed that the tropical dry forest was the most disturbed vegetation type of the coast zone in the low central plains of the Gulf of Mexico (Travieso-Bello y Campos, 2006).

A study of 20 sites of tropical dry forest in Mexico confirmed a great floristic diversity per site besides a high species rechange, as from a total number of 917, 72% were present just in one of them (Trejo and Dirzo, 2002). In the same type of community, but over sandy substrate, in the zone of La Mancha, Veracruz State, 84 species have been recorded. Through a species analysis, it was proved that 56% were primary, and 44% secondary species (Travieso-Bello, 2000). These values emphasize the importance to keep the diversity of these communities and to look for options that guarantee their sustainable management and the conservation of this national wealth.

The tropical dry forests over Sandy substrates are exposed to wind, salt dispersal, sand movement and high temperatures

para garantizar su manejo sustentable y la conservación de este patrimonio.

Las selvas bajas caducifolias sobre sustratos arenosos están expuestas al viento, a la aspersión salina, al movimiento de arena y a temperaturas altas (más de 50°C en la superficie de la arena). La interacción de estos factores afecta directamente la capacidad germinativa de las semillas y la habilidad de las plántulas por permanecer vivas por largo tiempo (Moreno-Casasola, 1973; Moreno-Casasola *et al.*, 1982; López, 2007).

Antes de que las semillas germinen en las dunas, enfrentan diversos factores adversos tanto físicos como biológicos que pueden causarles daño e inclusive la muerte: depredación, ataque por hongos u otros organismos, desecación y enterramiento. Maun (1994) menciona que las variaciones espaciales y temporales en el sustrato causadas por el viento y la acción de las temperaturas fluctuantes que se presentan en estos ecosistemas, crean condiciones severas para la germinación, emergencia de plántulas y su establecimiento, pudiendo ocurrir pérdidas grandes (en ocasiones más del 99%) entre la maduración de las semillas y la emergencia de las plántulas. Stebbins (1971) menciona que en la historia de vida de las plantas, el establecimiento de las plántulas es quizás el eslabón más débil para el mantenimiento de las poblaciones o en la colonización de nuevas áreas. La supervivencia de las plántulas en las dunas está influenciada por un gran número de factores bióticos y abióticos, entre los que destacan la desecación, la aspersión salina, el bajo contenido de nutrientes y las altas temperaturas en la superficie del suelo, el enterramiento por arena y la exposición de las raíces por la erosión, la depredación, la competencia y las enfermedades (Payne y Maun, 1984; Martínez *et al.*, 1993; Maun, 1994; Yanful y Maun, 1996).

El objetivo del presente trabajo fue reconocer las características de germinación y supervivencia en campo de dos taxa arbóreos locales de interés para las comunidades que utilizan los sistemas de dunas costeras a fin de aportar información y técnicas que permitieran a los pobladores enriquecer la composición de especies de los acahuales y de las selvas bajas caducifolias sobre dunas costeras, con especies forestales nativas. Complementariamente a este objetivo, se aplicó un cuestionario para seleccionar las especies más útiles y conocer el interés de la comunidad por sembrarlas en los acahuales y selvas bajas de dunas costeras.

Los resultados obtenidos forman parte del proyecto "Germinación, crecimiento y supervivencia de especies nativas de acahuales de selva baja de zonas costeras, importantes en la restauración" (No. 14766), financiado por la Comisión Nacional Forestal y la Comisión de Ciencia y Tecnología. En él se trabajó con dos poblaciones de ejidatarios

(over 50°C on the sand surface). The interaction of these factors affects directly the germinative capacity of the seeds and the ability of the seedlings to keep alive for a long time (Moreno-Casasola, 1973; Moreno-Casasola *et al.*, 1982; López, 2007).

Before seeds emerge from the dunes, they face several adverse physical and biological factors that may cause them damage and even death: predation, fungi or other organism attacks, dehydration and burial. Maun (1994) states that the space and temporal variations of the soil caused by wind and the fluctuating temperatures of these ecosystems create severe conditions for germination, seedling emergence and establishment, which could lead to great losses (some times over 99%) between seed maturation and the emergence of seedlings. Stebbins (1971) points out that in the life history of plants, seedling establishment is probably the weakest link for the maintenance of populations or for the colonization of new areas. The survival of seedlings in dunes is influenced by a great number of biotic and abiotic factors, from which, as has been mentioned before, salt spraying, desiccation, the low nutritive content and the high temperatures of the surface of the soil, sand burial and the exposure of roots to erosion, predation, competence and diseases (Payne and Maun, 1984; Martínez *et al.*, 1993; Maun, 1994; Yanful and Maun, 1996).

The aim of the actual work was to know the characteristics of germination and survival at the field of two interesting tree local species for the people that use the coastal dune systems in order to provide information and techniques that may let them enrich the species composition of "acahuales" and of the tropical dry forests over coastal dunes, using native forest species. As a complement to this objective, a questionnaire was applied to select the most useful species and to know if the community was interested in planting tree species into the "acahuales" and tropical dry forests of coastal dunes.

These results are part of the Project whose title is "Germination, growth and survival of native acahual species of tropical dry forests important for the restoration of coastal dunes" (No. 14766), sponsored by the National Forest Commission and the National Science and Technology Council. Field work was made with the assistance of two ejidatario populations of Actopan Municipality, at the coast of Veracruz State, that owned some lands that were convenient for the research study described here.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The experiment was carried out in the coastal dune system located at the North of La Mancha lagoon, in lands that belong to the Ejido de La Mancha and to the La Mancha Coastal

del Municipio de Actopan, en la costa de Veracruz, que poseían terrenos adecuados para la investigación que se describe a continuación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo experimental se realizó en el sistema de dunas costeras localizado al norte de la Laguna La Mancha, en terrenos del Ejido de La Mancha y del Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (CICOLMA) en el municipio de Actopan, en la costa central de Veracruz (19°35'45"N y 96°23'05"W) (Figura 1). La geomorfología, la fisiografía y la vegetación del lugar han sido descritas por García-Gil (2006), Geissert (2006) y Moreno-Casasola y Travieso-Bello (2006), respectivamente.

En la zona el clima es del tipo Aw_2 acorde al sistema de clasificación climática de Köppen, modificado por García (1981). Se caracteriza por ser cálido subhúmedo, con régimen de lluvias de verano, y un P/T mayor de 55.3. La precipitación total anual oscila de 899 a 1,829 mm, con un valor medio de 1,286 mm y el mes más lluvioso varía de un año a otro. La temperatura media anual oscila entre los 21.1°C en enero y los 27.3°C en junio. A partir de noviembre hasta febrero se producen frentes fríos que traen descenso de temperatura, vientos con ranchas de hasta 80 km h⁻¹ y en ocasiones lluvias; se denominan "nortes".

Interés local por las especies

Se entrevistó a 35 usuarios del Municipio de Actopan, que viven en la colonia La Mancha (15), playa La Mancha (1), Palmas de Abajo (1) y San Isidro (18). La mayoría de los entrevistados fueron hombres ejidatarios, pequeños propietarios y peones empleados (30 hombres entre ambas localidades), ya que son quienes recorren habitualmente las parcelas ubicadas en el sitio de estudio y aprovechan la madera de distintos árboles como parte de sus labores productivas cotidianas; las mujeres aportaron, sobre todo, información sobre usos medicinales. La edad de los entrevistados fue de entre 16 y 87 años (entre las que predominaban las de 36 a 40 y de 56 a 65 años). Se consideró que en estos poblados habitaban los usuarios que mayor contacto tenían con las dunas, muchos de los cuales tienen terrenos en este ecosistema. La mayoría de los entrevistados son miembros de los ejidos de Palmas de Abajo y de San Isidro. El análisis de los usos que los encuestados dan a las plantas puede consultarse en Moreno-Casasola y Paradowska (2010).

Research Center (CICOLMA) in Actopan Municipality, at the central coast of Veracruz State (19°35'45"N and 96°23'05"W) (Figure 1). Geomorphology, physiography and vegetation have been described by García-Gil (2006), Geissert (2006) and Moreno-Casasola and Travieso-Bello (2006).

The local climate is of the Aw_2 type, according the Köppen climatic classification system adjusted by García (1981). It is sub-humid warm, with summer rains, and a P/T above 55.3. Annual total precipitation varies from 899 to 1829 mm, with an average value of 1,286 mm and the most rainy month changes from one year to the other. Annual average temperature varies from 21.1°C in January to 27.3°C in June. From November till February cold fronts appear, which bring a descent in temperature, winds up to 80 km h⁻¹ and occasional rain; they are known as "nortes" (norths).

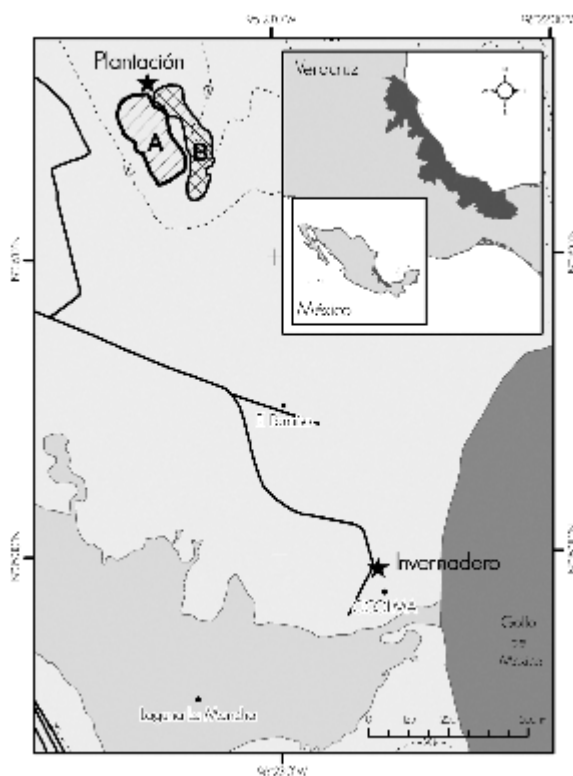


Figura 1. Zona de La Mancha, Actopan, Ver. Se indica la localización del invernadero y de la plantación experimental. A. Pastizal natural (tratamiento exposición al sol), B. Núcleo arbóreo (tratamiento sombra).

Figure 1. La Mancha Zone, Actopan, Ver. The greenhouse and the experimental plantations are shown here. A. Natural grass land (sun exposure treatment); B. Tree nucleus (shade treatment).

Germinación

Para las pruebas de germinación se colectaron semillas maduras de dos fabáceas, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, de varios frutos de, por lo menos, cinco adultos por especie en individuos establecidos en las dunas, separados entre sí por lo menos 50 m. La mitad de las semillas se utilizó inmediatamente (antes de 3 días) y se consideraron como recién colectadas; la otra mitad se almacenó durante ocho meses en bolsas de papel en un laboratorio del Instituto de Ecología A. C., en Xalapa, Ver., es decir en un clima templado. Se buscaba conocer la respuesta germinativa en el tiempo.

Las pruebas de germinación se llevaron a cabo en el invernadero del CICOLMA, ubicado junto al sistema de dunas. Se utilizaron charolas de plástico (30 x 23 x 12 cm de alto), perforadas en la base, con sustrato formado por una capa de 5 cm de arena proveniente de las propias dunas, lavada previamente bajo agua corriente hasta obtener una conductividad nula. En cada tratamiento se usaron 4 lotes de 25 semillas (Pemadasa y Lovell, 1975). Los tratamientos siempre se llevaron a cabo sobre sustrato arenoso, regándose

Local interest for the species

Thirty five users of Actopan Municipality that live in La Mancha (15), playa La Mancha (1), Palmas de Abajo (1) and San Isidro (18) were interviewed. They were ejidatarios, men, landowners of small extents and employees (30 men in both locations), since they are who regularly walk over the lot at the study place and use the wood from different trees as part of their everyday productive labors; women contributed, mainly, with information about medical use. The age of this population was between 16 and 87 years (from which prevailed two ranges, from 36 to 40 and from 56 to 65). It was assumed that in these towns lived the people with closest relation to dunes, many of which own lands in this ecosystem. Most of those who were interviewed belong to the ejidos of Palmas de Abajo and San Isidro. The analysis of plant use from this survey is available in Moreno-Casasola and Paradowska (2010).

Germination

For the germination tests were collected mature seeds of the Fabaceae, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth and *Leucaena*

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos de germinación a los que se expusieron las semillas de *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala*.
Table 1. Description of germination treatments to which seeds of *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala* were exposed

Tratamiento	Almacenamiento de semillas		Descripción de factores		
	Recién colectadas	Almacenadas 8 meses	Luz	Riego	Sustrato
i) Control (Sombra)	Si	Si	Sombra de invernadero	Cada tercer día	Arena
ii) Sol	Si	Si	Expuestas al sol	Cada tercer día	Arena
iii) Sequía	Si	Si	Sombra de invernadero	Cada siete días	Arena
iv) Sustrato	Si	Si	Sombra de invernadero	Cada tercer día	50% arena 50% tierra

En negritas se indica el factor que varió con respecto al control.
Bold letters indicate the factors that vary with respect to the control.

un día sí y otro no, excepto cuando se indica algo distinto, y fueron: i) a la sombra en el invernadero bajo la mesa para que las fluctuaciones de temperatura fueran menores y no recibieran luz solar directa (denominado sombra); ii) exposición directa a la luz del sol (denominado sol); iii) sequía con riego cada siete días (denominado sequía hasta considerar que el sustrato estaba saturado); iv) exposición directa a la luz del sol (denominado sustrato), sobre sustrato 50% arena y 50% tierra (Cuadro 1). El testigo en todos los casos fue el tratamiento de sombra. Se contó el número de semillas germinadas cada tercer día, mismas que se retiraban de la charola; el experimento tuvo una duración de 30 días para *G. sepium* y de 45 días para *L. leucocephala*. El criterio de germinación fue la protrusión de la radícula (Mayer y Boye, 1981).

Supervivencia y crecimiento en una plantación

Las plántulas de *G. sepium* y *L. leucocephala* se propagaron mediante semillas colectadas como se especificó en la sección anterior. Las plántulas se colocaron en bolsas de plástico (1 L capacidad) con arena de la zona de dunas. A los cuatro meses de edad se plantaron en campo utilizando hidrogel como sustrato almacenador de agua. A los cuatro meses las plántulas de *L. leucocephala* tenían una altura mínima de 80 cm y las de *G. sepium* de 30 cm. Se seleccionaron plantas de tamaño similar dentro de cada especie para la plantación. Se utilizó hidrogel debido a las condiciones estresantes que representan las dunas, y por cada planta se utilizó 1 L de hidrogel. En trabajos anteriores cita tanto de ecología de plántulas como de siembras realizadas por los lugareños, hubo mortandades altas al secarse las plántulas. Se consideró que el hidrogel incrementaría las posibilidades de éxito al mantener más tiempo la humedad en el suelo y reducir la frecuencia y esfuerzo de riego que la plantación en campo requeriría durante la temporada de secas. Pruebas piloto realizadas anteriormente mostraron que el hidrogel permitía espaciar el riego y mostraba un crecimiento radicular mayor que en plantas que no lo tenían cita.

El establecimiento de la parcela experimental se realizó el 10 de agosto de 2006, para lo cual se consideraron dos ambientes, siempre con una cobertura de pastos o matorrales sobre la arena: i) bajo sombra en un núcleo de vegetación arbórea y ii) en zonas abiertas, expuestas al sol. Se ocuparon terrenos ejidales y se contó con el apoyo de los ejidatarios para el monitoreo del crecimiento y riego de las plántulas. En cada condición se plantaron 50 ejemplares por cada especie.

Las fechas de monitoreo correspondieron al 2 de septiembre del mismo año, así como el 17 de enero, 27 de mayo y 11 de agosto del 2007. Para evaluar las condiciones de

leucocephala (Lam.) de Wit, from several fruits, at least of five adults per specie of individuals established in the dunes, apart from each other, at least by 50 m. Half of the seeds was used immediately (before 3 days) and were taken as freshly collected; the other half was stored during eight months in paper bags in a laboratory of the Instituto de Ecología A. C., in Xalapa, Ver., that is, in a mild weather. What was being traced was the germinative response in terms of time.

Germination tests were carried out in CICLOMA greenhouse, which is located near the dune system. Plastic trays (30 x 23 x 12 cm) were used, with perforations at the base; the substrate was made by a 5 cm layer of sand from the dunes, which was previously washed with running water until there was no more electric conductivity. Four lots of 25 seeds each were used for each treatment (Pemadasa and Lovell, 1975). All the treatments were made on sandy substrate, and watering was applied once every three days, except when something different was advised, and were as follows: i) shadow in the greenhouse under a table to diminish temperature fluctuations and that did not get direct sunlight (named "shadow"); ii) direct exposure to sunlight (named "sun"); iii) drought with watering every seven days (named "drought" until the substrate was saturated); iv) direct exposure to sunlight (named "substrate"), over a mixture of 50% sand +50% ground (Table 1). In all cases, control was the shadow treatment. The germinated seeds were counted and removed from the tray; the experiment lasted 30 days for *G. sepium* and 45 days for *L. leucocephala*. The germination criterion was the protruding radicle (Mayer and Boye, 1981).

Survival and growth in a plantation

The propagation of *G. sepium* and *L. leucocephala* was accomplished by the freshly collected seeds, as previously described. Seeds were put into paper bags (1L) with sand from the dunes. After four months, they were planted in the field with hydrogel as this substrate can store water. After four months, the seedlings of *L. leucocephala* had 80 cm as minimum height and those of *G. sepium*, 30 cm. Plants with similar size of each species were selected for the plantation. Hydrogel was used since the stressing conditions that dunes have, and for each plant, 1 L was used. In previous studies of seedling ecology and of sowing made with the neighbors, there was high mortality as the plants dried. It was considered that this product would increase their success as it can keep for a longer time the moisture of the soil and would reduce the frequency and effort of watering that the plantation demands during the drought season. Preliminary tests showed that this product made it possible to space watering and showed a greater root growth than in plants that did not have it.

On August 10th, 2006, the experimental lot was established, for which two environments were considered, always with a grass or scrub cover over the sand: i) in a shadow in a tree

la planta se utilizaron las siguientes categorías: i) planta con hojas turgentes, es decir, que no manifestaban señales de debilitamiento o deshidratación y que, además, portaban brotes o mostraban crecimiento apical (se tomó como una planta ya aclimatada), ii) planta con hojas semi-turgentes o sin hojas, pero con pequeños brotes (planta en proceso de aclimatación), iii) plantas muertas. Se obtuvo el área basal de cada planta a través de medir el diámetro del tallo con un vernier electrónico y la altura de las plantas se midió con un flexómetro.

Análisis de datos

Los resultados de germinación se analizaron por medio de un Análisis de Varianza (ANOVA) de dos vías de medidas repetidas comparando el testigo con cada tratamiento. Se utilizaron los porcentajes de germinación por tiempo de almacenamiento de las semillas (recién colectadas y ocho meses de almacenamiento) y por cada tratamiento comparadas con el control (Cuadro 1). Para satisfacer los supuestos del ANOVA se hizo una transformación de Arcoseno de los porcentajes de germinación. Se consideraron diferencias significativas entre tratamientos con una $P < 0.05$ cuando el análisis de varianza detectó un efecto significativo (Zar, 1999). El paquete estadístico en el que se apoyaron los análisis fue Statistica versión 6.0 (Stat Soft Inc., 2001).

Para comparar la supervivencia de las plántulas por especie en condición de sombra o sol se aplicaron las pruebas de X^2 , al número de plantas (frecuencias) vivas por condición al final del monitoreo. Se consideró la supervivencia de *G. sepium* y *L. leucocephala* al año de establecidas. Se graficó la supervivencia y el crecimiento de la cohorte por especie, mediante la altura y el área basal de cada individuo que seguía vivo en cada monitoreo.

RESULTADOS

Especies de interés para la comunidad

Con los resultados de la encuesta se confirmó que las dunas costeras son ecosistemas utilizados intensamente por la población que vive en la zona y para ellos reúnen gran valor, sobre todo utilitario. Los entrevistados mencionaron 98 especies de plantas que se distribuyen sobre los médanos y áreas próximas a los asentamientos humanos, entre árboles, palmas, arbustos, hierbas y cactus, en su mayoría silvestres. Con excepción de 16 plantas, las demás especies son árboles, arbustos o palmas. Casi la mitad de las 69 especies mencionadas como útiles, son usadas para leña (32 taxa) y la construcción de casas (27), un tercio sirve para postes (23), algunas para cerca viva (8) y dos para la producción de carbón. Los usos comestible y medicinal también son significativos (17 especies para cada uso). Con algunas especies se elaboran utensilios como yugos,

vegetation nucleus and ii) in open zones, with sun exposure. Ejido lands were occupied and support was provided by the ejidatarios for the monitoring of growth and the watering of plants. 50 examples were planted in each condition.

The monitored dates were September 2nd of the same year, as well as January 17th, May 27th and August 11th of 2007. In order to assess the plants, the following categories were used: i) plants with turgid leaves, that is, that they did not show any weakness signs or dehydration and that, also, had shoots or showed apical growth) it was taken as an already acclimatized plant), ii) plant with semi-turgid leaves or without leaves, but with small sprouts (plant in the acclimatization process), iii) dead plants. The basal area of each plant was determined by measuring the diameter of the stem with an electronic vernier and the height of the plants, with a flexometer.

Data analysis

Germination results were analyzed by a two way Analysis of Variance (ANOVA) of repeated measures comparing the control with each treatment. Germination per cent according to the time of seed storage (recently collected and with 8 months) were used and for each treatment compared to control. In order to satisfy the ANOVA assumptions, a transformation of Arcsen was made of the germination per cents. Significant differences per treatment with a $P < 0.05$ were considered when the analysis of variance detected a significant effect (Zar, 1999). Statistica v 6.0 (Stat Soft Inc., 2001) was used as a support program.

To compare seedling survival per species in the shadow or sun condition, X^2 tests were applied to the number of plants (frequencies) per condition at the end of monitoring. The survival of *G. sepium* and *L. leucocephala* was considered a year after their establishment. Survival and growth of the cohort by each species was drawn as a graphic, by means of height and basal area of each individual that was alive in each monitoring.

RESULTS

Interesting species for the community

The results of the survey confirmed that the coastal dunes are ecosystems intensely used by the population that live in the area and they have a great value, particularly, of use. The persons that were interviewed mentioned 98 plant species that are distributed over swamps and areas near by housing, among trees, palms, shrubs, herbs and cactus, most of them, wild. Except for 16 plants, the rest of the species are trees, shrubs or palms. Almost half of the 69 species addressed as useful, are used for firewood (32 species) and house building (27), a third part for posts (23), some for live fences (8) and two for the production of coal. Edible and medicinal uses

bateas, mangos, cabos de azadón, garrotes, botes y cayucos (6) y muebles (3). Varias especies son reconocidas por proporcionar sombra (10), alimento para el ganado (5), su potencial para apicultura (3) o valores ornamentales (2). Se mencionaron tres especies de árboles que los usuarios de las dunas consideran dañinos o indeseables en sus parcelas (por ser tóxicos para los animales o criaderos de insectos) aunque también les proporcionan beneficios ambientales.

Entre ellos reconocen que las dunas y su vegetación protegen a la zona de la destructiva influencia del mar y viento durante los nortes y los huracanes (1), al actuar como cortinas o bien al fijar el suelo (4); ofrecen hábitat para las plantas y animales (3), un sitio para realizar investigaciones (1), así como los valores recreativos de los médanos (4 personas). En total se registraron 14 menciones a los servicios ambientales.

Un aspecto interesante de los resultados de la encuesta fue conocer la percepción e interés de los usuarios por sembrar y por desarrollar plantaciones de las especies que consideran útiles, así como por comercializar la madera (Cuadro 2).

Cuadro 2. Nombre común y científico de la especie, interés de las personas por sembrar cada especie (número de personas que contestaron la pregunta en particular) y comercialización actual.

Table 2. Common and scientific names of species, interest of local people in planting (number of people answering that particular question) species and actual marketing.

Nombre común	Nombre científico	Interés por sembrar	No hay interés por sembrar	Comercialización
Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	22	2	Venta local y maderería
Amarillo	<i>Diphysa robinoides</i> Benth	20	5	Venta local
Cocuile	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Kunth	10	4	Venta local
Roble	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) A. DC.	9	4	Venta local
Nacastle	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb.	7	12	Venta local y maderería
Pino	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	6	3	No se reportó
Palo de rabia	<i>Karwinskia humboldtiana</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) Zucc.	4	0	Venta local
Moquillo	<i>Cordia dentata</i> Poir.	3	2	Venta local
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i> King	3	1	Maderería
Espino blanco	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	3	3	Venta local
Flor de día	<i>Tabebuia chrysantha</i> G. Nicholson	3	1	No se reportó
Palma de coco	<i>Cocos nucifera</i> L.	3	1	Venta local
Nanche (agrio y dulce)	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth	2	0	No se reportó
Piñón	<i>Jatropha curcas</i> L.	2	0	No se reportó
Higuera	<i>Ficus</i> spp.	2	0	No se reportó
Coyol de bellota	<i>Sabal mexicana</i> Mart.	1	1	Venta local
Cruetillo	<i>Randia monantha</i> Benth.	1	2	No se reportó

are also significant (17 species for each use). With some species utensilies are made, such as: yokes, rustic wood pans, handles, hoe stick, clubs, boats and dugout canoe (6) and furniture (3). Several species are acknowledged to produce shadow (10), food for livestock (5) for apiculture (3) or for their ornamental value (2). The dune- users mentioned three tree species as harmful or undesirable in their lots (as they are toxic for the animals or as they act as a breeding place for insects), even though they also provide environmental benefits.

They do accept that dunes and their vegetation protect the zone of the destructive influence of the sea and hurricanes (1), as they act as curtains or as they secure the soil (4); they offer a habitat for plants and animals (3), a place to do research (1), as well as recreative values in the sand banks (4 people). Fourteen references were recorded in regard to environmental services.

An interesting side of the results of the survey was to know the perception and interest of the users to saw and raise plantations of the species considered useful, as well as to commercialize wood (Table 2).

Germinación de semillas

La germinación de *L. leucocephala* es afectada principalmente por el tiempo de almacenamiento de las semillas; el tratamiento de sustrato presentó diferencias (Cuadro 3 y Figura 2), y en todos, la germinación resultó menor a 45%. Los tratamientos de sol y sequía, al contrastarlos con el testigo (sombra) mostraron que la germinación fue igual (Figura 2 A, B y C). Sin embargo, en estos tratamientos el proceso mostró un decrecimiento en la germinación del número de semillas que se almacenaron durante 8 meses (25-28%) con respecto a las que no fueron almacenadas (39-41%). La correspondiente al de sustrato (arena-tierra) fue de 16.5%, difiriendo así del testigo en el que fue de 33.5% (Figura 2D).

Germination of seeds

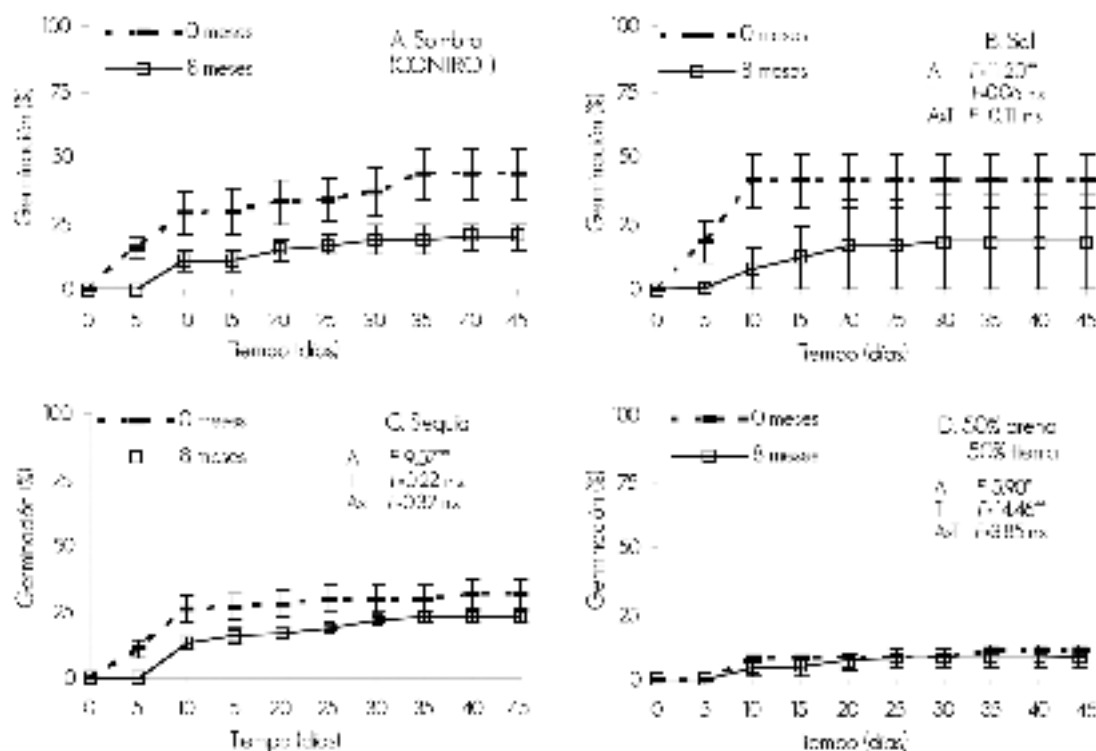
The germination of *L. leucocephala* is affected by the time of seed storage; the substrate treatment showed differences (Table 3 and Figure 2), and in all of them, germination was lower than 45%. The sun and drought treatments, when compared with the control (shadow), indicated that germination behaved in the same way (Figure 2A, B and C). However, in these treatments the process suffered a decrease in the germination of the number of seeds that were stored during 8 months (25-28%) in regard to those that were not stored (39-41%). The one that corresponds to substrate (sand-soil) was 16.5%, which differs from the control in which it was 33.5% (Figure 2D).

Cuadro 3. Análisis de varianza de dos niveles (almacenamiento y tratamiento) de medidas repetidas de la germinación de *Leucaena leucocephala*.

Table 3. Variance analysis with two levels (storage and treatment) and repeated measures of germination data of *Leucaena leucocephala*.

Fuente	gl	Tratamiento		
		Luz (Sombra vs. sol)	Humedad (Riego cada tercer día vs. riego cada 7 días)	Sustrato (Arena vs. arena-tierra)
		F	F	F
Efectos dentro de factores				
Tiempo	9	58.60***	62.57***	42.34***
Tiempo*Almacenamiento	9	7.54***	3.64***	3.29**
Tiempo*Tratamiento	9	1.39 n.s.	0.65 n.s.	10.34***
Tiempo*Almacenamiento* Tratamiento	9	1.06 n.s.	1.19 n.s.	2.04*
Error (Tiempo)	108			
Efectos entre factores				
Almacenamiento	1	11.20**	9.57**	5.90*
Tratamiento	1	0.06 n.s.	0.22 n.s.	14.46**
Almacenamiento*Tratamiento	1	0.11 n.s.	0.32 n.s.	3.85 n.s.
Error	12			

Las comparaciones de cada tratamiento se realizaron con respecto al Testigo. gl= grados de libertad; *P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001; n.s. no significativo. Comparisons in each treatment were made with respect to the control. gl= degrees of freedom; *P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001; n.s. non significant.



A= Sombra; B= Sol; C= Sequía y D= Sustrato arena/tierra. Se muestra el valor de F de cada tratamiento con respecto al control. A=Almacenamiento; T= Tratamiento; AxT= Interacción Almacenamiento-Tratamiento. *P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001; n.s. no significativo.
 A= Shadow; B= Sun; C= Drought and D= Sand/soil substrate. The F value is shown for each treatment in regard to control. A=Storage; T= Treatment; AxT= Storage-Treatment Interaction. *P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001; n.s. non significant.

Figura 2. Porcentaje acumulado de germinación (± error estándar) de *Leucaena leucocephala* a través del tiempo.
 Figure 2. Accumulated per cent of germination (± standard error) of *Leucaena leucocephala* through time.

La capacidad de germinación de *Gliricidia sepium* no se altera por el tiempo de almacenamiento de las semillas ni por el tratamiento, aunque en el sustrato formado por arena/tierra el porcentaje de germinación (46%) difiere del correspondiente al testigo (control) (65.5%) (Cuadro 4). La velocidad de germinación estuvo influida por la edad de la semilla, siendo más lenta con semillas que habían sido almacenadas durante ocho meses, ya que se inicia antes en los tratamientos con semillas recién colectadas. Bajo todas las condiciones, la germinación superó 45% (Figura 3A, B, C y D).

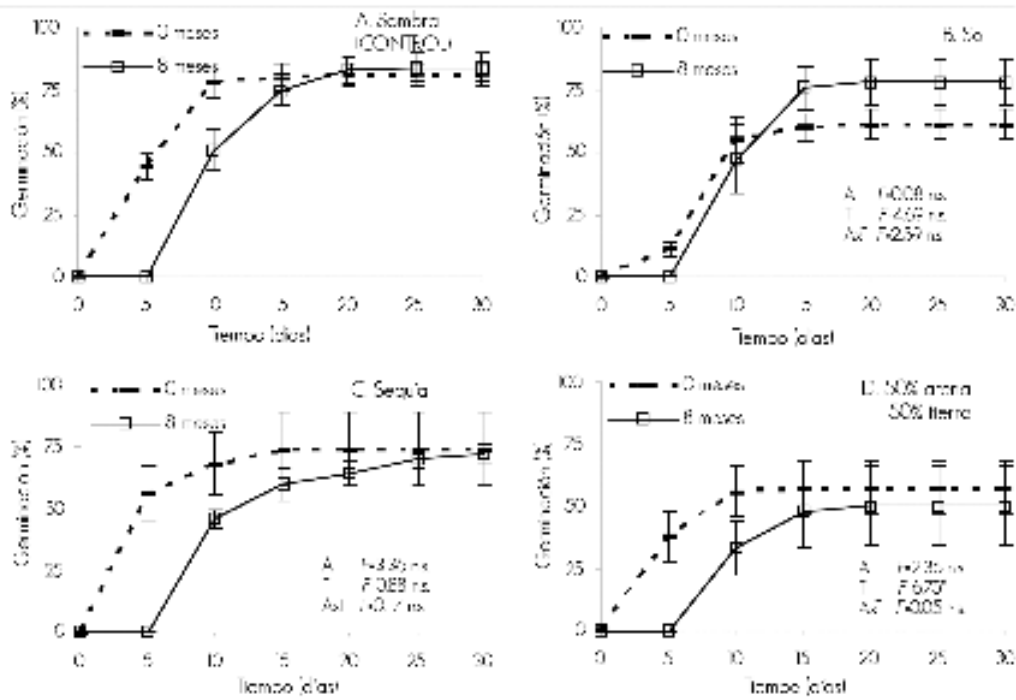
Supervivencia y crecimiento de las especies en el campo

El guaje (*L. leucocephala*) presentó un mayor porcentaje de supervivencia en condiciones de sombra (86%) con respecto

The germinative capacity of *Gliricidia sepium* is not affected by the time of seed storage or by the treatment, even if in the substrate made up by sand/soil, the germination per cent (46%) differs from that of the control (65.5%) (Table 4). The speed of germination was influenced by the age of the seed, being slower that of the stored seed, as the recently collected start first. Under all treatments, germination was over 45% (Figure 3A, B, C and D).

Survival and growth of the species in the field

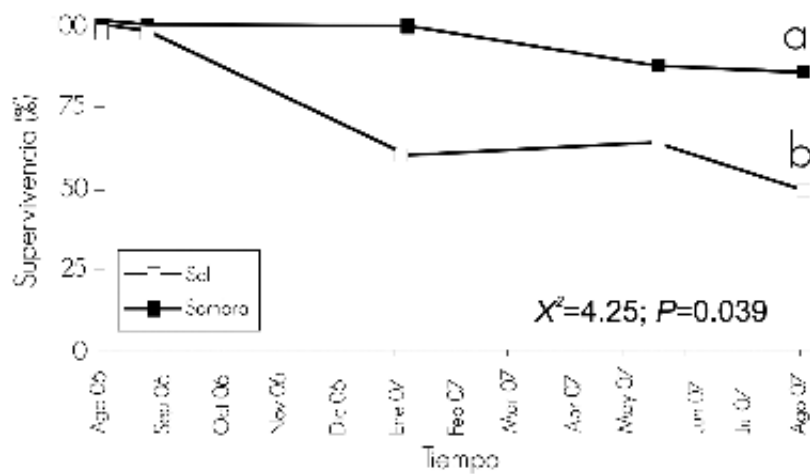
“Guaje” (*L. leucocephala*) showed a higher survival per cent in the shadow (86%) in regard to the sun treatment, where establishment was 50% ($\chi^2=4.25$; $P=0.039$) (Figure 4). Seedlings under shadow reached an average height of 112 mm and a



A= Sombra; B= Sol; C= Sequía y D= Sustrato arena/tierra. Se muestra el valor de F de cada tratamiento con respecto al control, A= Almacenamiento; T= Tratamiento, AxT= Interacción Almacenamiento-Tratamiento. *P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001; ns. no significativo. A= Sombra; B= Sol; C= Sequía y D= Sustrato arena/tierra. Se muestra el valor de F de cada tratamiento con respecto al control, A= Almacenamiento; T= Tratamiento, AxT= Interacción Almacenamiento-Tratamiento. *P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001; ns. no significativo.

Figura 3. Porcentaje acumulado de germinación (\pm error estándar) de *Gliricidia sepium* a través del tiempo.

Figure 3. Accumulated per cent of germination (\pm standard error) of *Gliricidia sepium* through time.



Letras diferentes indican diferencias significativas. luz. El monitoreo se realizó de agosto de 2006 a agosto de 2007. Different letters show significant differences. Monitoring was made from August 2006 to August 2007.

Figura 4. Porcentaje de supervivencia de las plántulas de *Leucaena leucocephala* plantadas en dunas costeras en dos condiciones de luz.

Figure 4. Survival per cent of *Leucaena leucocephala* seedlings planted in coastal dunes under two light conditions.

al tratamiento de sol, en donde el establecimiento fue de 50% ($\chi^2=4.25$; $P=0.039$) (Figura 4). Las plántulas bajo sombra alcanzaron una altura promedio de 112 mm y un área basal de 42 mm² (Figura 5 A y B). De las que se plantaron en el sol, algunas mantuvieron un único tallo, aumentando así su altura, pero en otras, el tallo principal se murió para después rebrotar desde la base con dos o más tallos, por lo que se llegaron a medir 40 cm de alto, aún después de un año de plantadas. Por el contrario, en las que mantuvieron su tallo, se registraron alturas entre 1.5 y 2 m en este mismo lapso (Figura 5 C y D).

basal area of 42 mm² (Figure 5 A and B). Some of those planted under the sun, kept their only stem, thus increasing their height, but in other, the main stem died and later produced new shoots from the base with one or more stems, which favored that they would get as tall as 40 cm, even a year after having been planted. On the other side, those which kept their stem recorded heights between 1.5 and 2 m in that same period (Figure 5 C and D).

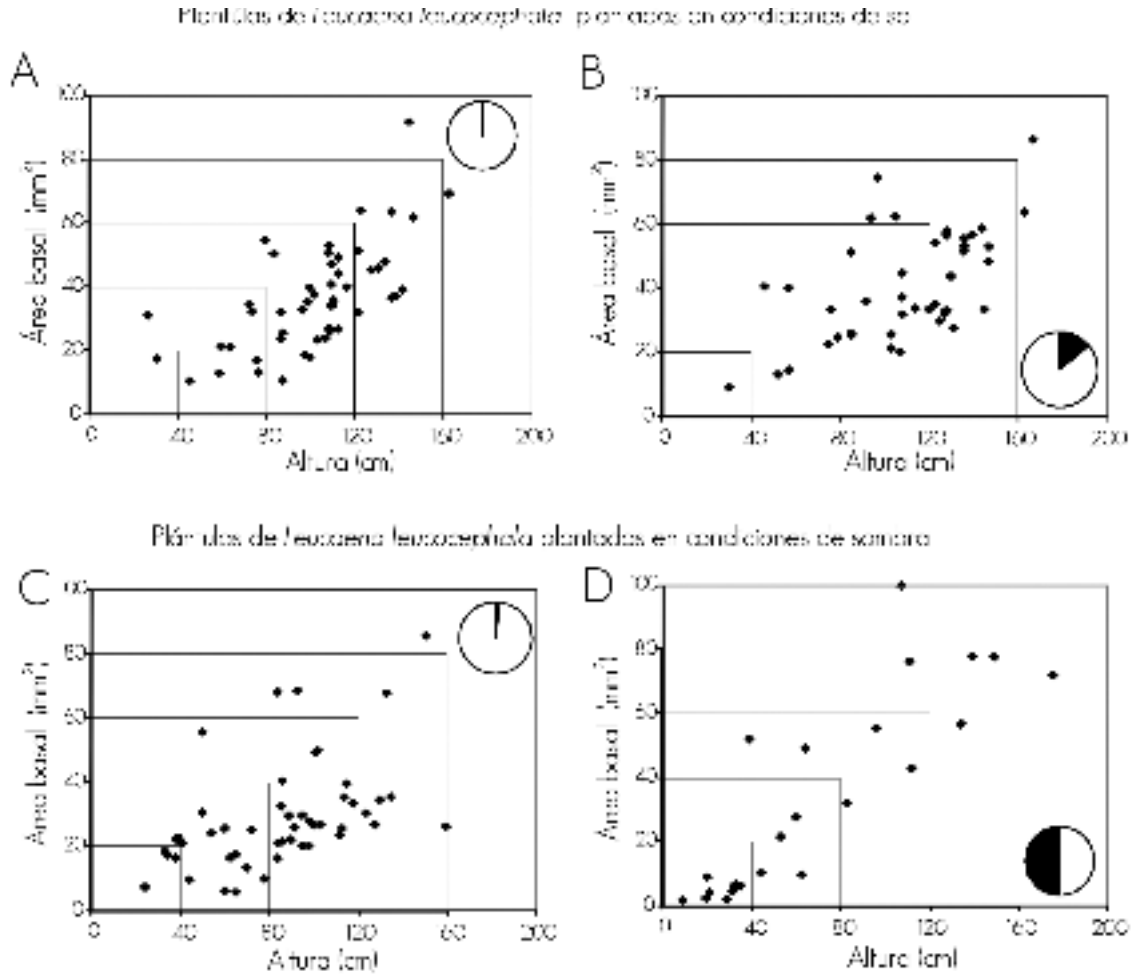
Cuadro 4. Análisis de varianza de dos niveles (edad y tratamiento) de medidas repetidas de la germinación de *Gliricidia sepium*.
Table 4. Variance analysis with two levels (storage and treatment) and repeated measures of germination data of *Gliricidia sepium*.

Fuente	gl	Tratamiento		
		Luz (Sombra vs. sol)	Humedad (Riego cada tercer día vs. riego cada 7 días)	Sustrato (Arena vs. arena-tierra)
		F	F	F
Efectos dentro de factores				
Tiempo	6	251.11***	244.34***	124.58***
Tiempo*Almacenamiento	6	13.56***	0.17 n.s.	9.99***
Tiempo*Tratamiento	6	1.68 n.s.	22.57***	6.43***
Tiempo*Almacenamiento* Tratamiento	6	1.45 n.s.	0.64 n.s.	0.47 n.s.
Error (Tiempo)	72			
Efectos entre factores				
Almacenamiento	1	0.08 n.s.	3.36 n.s.	2.36 n.s.
Tratamiento	1	4.69 n.s.	0.88 n.s.	6.75*
Almacenamiento*Tratamiento	1	2.59 n.s.	0.17 n.s.	0.05 n.s.
Error	12			

Las comparaciones de cada tratamiento se realizaron con respecto al control. * $P<0.05$; ** $P<0.01$; *** $P<0.001$; n.s. no significativo.

Comparisons in each treatment were made with respect to the control. * $P<0.05$; ** $P<0.01$; *** $P<0.001$; n.s. non significant

A= Shadow; B= Sun; C= Drought and D= Sand/soil substrate. The F value is shown for each treatment in regard to control. A=Storage; T= Treatment; AxT= Storage-Treatment Interaction. * $P<0.05$; ** $P<0.01$; *** $P<0.001$; n.s. non significant



La dispersión de los puntos muestra los cambios en altura y diámetro a través del tiempo. Las gráficas circulares señalan el porcentaje de supervivencia, en color blanco plántulas vivas y en color negro plántulas muertas. A = Plántulas en sombra, septiembre 2006; B= Plántulas en sombra, agosto 2007; C= Plántulas bajo el sol, septiembre 2006; D = Plántulas bajo el sol, agosto 2007. Dot dispersal shows changes in height and diameter through time. The circles mean the survival per cent, white refers to live seedlings and black to dead seedlings. A = Seedlings under shadow, September 2006; B= Seedlings under shadow, August 2007; C= Seedlings under sun, September 2006; D = Seedlings under sun, August 2007.

Figura 5. Altura y diámetro de las plántulas de *L. leucocephala* plantadas en las dunas costeras.

Figure 5. Height and diameter of *L. leucocephala* seedlings planted in coastal dunes.

El cocuite (*G. sepium*) presentó 14% de supervivencia en condiciones de sol y de 38% en sombra, siendo esta última condición mejor para su establecimiento ($X^2=4.65$; $P=0.031$). La mayor mortandad de plántulas ocurrió durante los meses de noviembre a febrero durante los cuales se presentan vientos fríos provenientes de Estados Unidos y Canadá (Figura 6). En general, el tallo principal de la plántula de esta especie se seca y, en la siguiente temporada de lluvia, rebrota desde la base, por lo que no presenta un crecimiento notorio en altura entre años (Figura 7A, B, C y D). Las plantas ubicadas en sombra, después de un año, alcanzaron una altura promedio de 30 cm y las de sol, de 17.5 cm (Figura 7C y D).

"Cocuite" (*G. sepium*) showed a 14% of survival under the sun and 38% under the shadow, being the second condition the best for its establishment ($X^2=4.65$; $P=0.031$). The highest mortality of seedlings occurred during the months of November to February when cold winds from the United States of America and Canada become present (Figure 6). Regularly the main stem of this species dries and in the following rain season, it sprouts from the base. Thus, it does not show a notorious growth in height for some years (Figure 7A, B, C and D). The plants located under the shadows, after a year exhibited an average height of 30 cm and those under sun, 17.5 cm (Figure 7C and D).

DISCUSIÓN

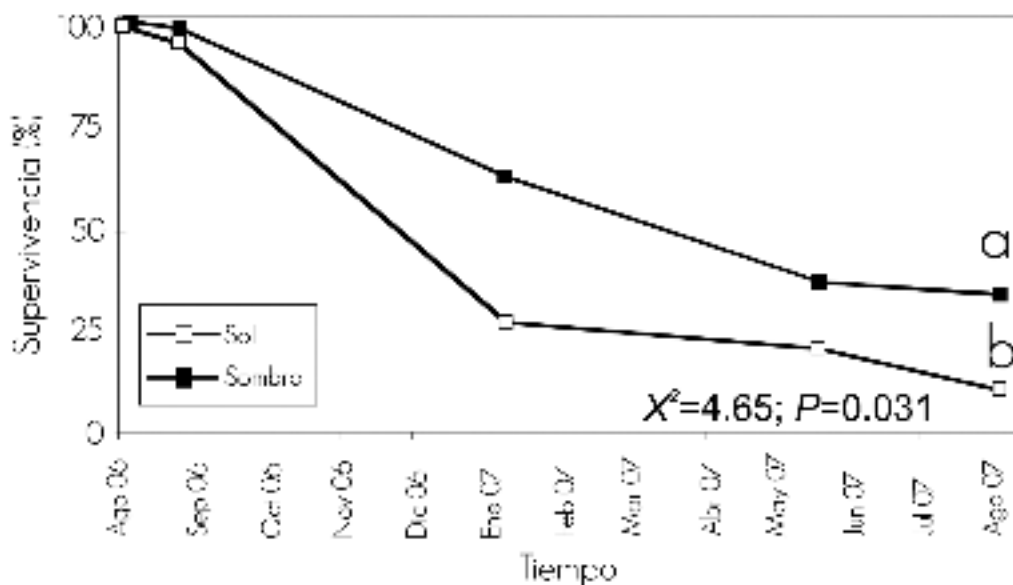
Existe mucha variación en las respuestas sobre el interés por plantar especies que permitan enriquecer acahuales o establecer plantaciones para reforestar las dunas y obtener, ya sea recursos para autoconsumo o para comercialización. El principal interés está en aquellas especies que conllevan una utilidad económica permanente. Las que se usan en la vida diaria, aunque son importantes, se considera que no es necesario cultivarlas porque la naturaleza las aporta. Esta visión reduce notablemente el número de especies para este fin, siendo la más popular el cedro rojo (*Cedrela odorata* L.). Lo anterior plantea la necesidad de promover trabajo y proporcionar educación ambiental a los usuarios para avanzar hacia una sociedad que busque usar y perpetuar los recursos de los cuales vive. Dicha labor debe realizarse previamente a impulsar una reforestación sustentada en elementos técnicos.

Alrededor de la cuarta parte de los encuestados mostró interés en sembrar *G. sepium*, aunque ninguno lo hizo por sembrar guaje. Algunos indicaron, también, que en ocasiones se vende madera de cocuite en la zona, no así de *L. leucocephala*. Cabe hacer notar que ninguna persona usa el follaje de estas especies para alimentar ganado, aunque la primera es una especie que se establece rápido, por lo que sus tallos se usan como estacas para elaborar cerca viva.

DISCUSSION

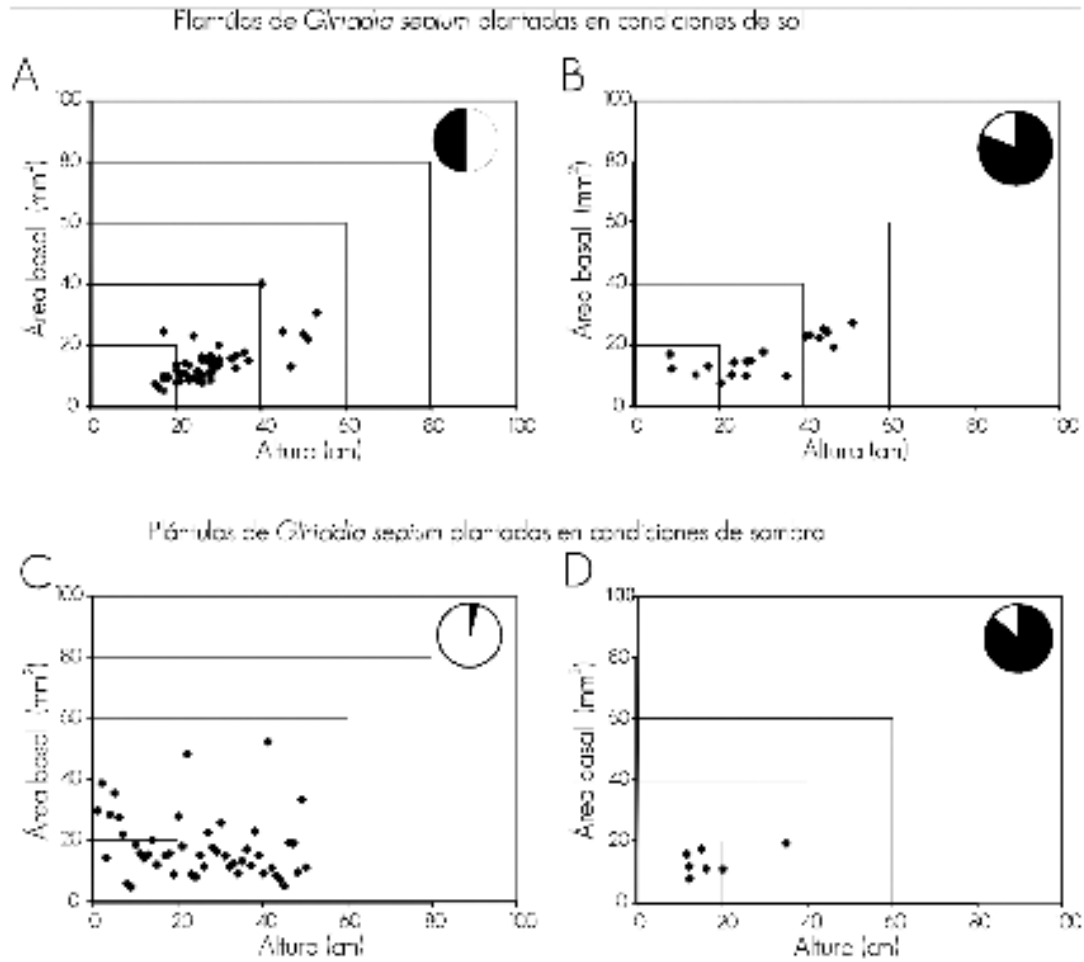
There is great variation in the responses about the interest to plant species that enrich acahuales or to establish plantations in dunes and thus, to obtain resources for self-supply or for commercialization. The main concern lies in those species with a permanent economic benefit. Those used in every day life, even if they are important, are not appreciated enough as to cultivate them since nature provides them. This appreciation notably reduces the number of species for these endings, from which red cedar (*Cedrela odorata* L.) is the most popular. This states the need to promote work and to provide environmental education to the users to go towards a society that looks forward to harvest and perpetuate the resources with which they live. This must be a previous labor to promote a reforestation that is based upon technical elements.

Around the fourth part of the surveyed subjects showed some interest in sowing *G. sepium*, even though no body did to include "guaje". Some pointed out that, occasionally, "cocouite" wood is sold in the area, but not that of *L. leucocephala*. It is worth noticing that no one takes the foliage of these species to feed livestock, even if the first species establishes fast, which favors the use of stakes to form live fences.



Letras diferentes indican diferencias significativas.
 El monitoreo se realizó de agosto de 2006 a agosto de 2007.
 Different letters show significant differences
 Monitoring was made from August 2006 to August 2007.

Figura 6. Porcentaje de supervivencia de las plántulas de *Gliricidia sepium* plantadas en dunas costeras en dos condiciones de luz.
 Figure 6. Survival per cent of *Gliricidia sepium* seedlings planted in coastal dunes under two light conditions.



La dispersión de los puntos muestra los cambios en altura y diámetro a través del tiempo. Es importante ver el contraste entre esta figura y la figura 6. Las gráficas circulares señalan el porcentaje de supervivencia, en color blanco plántulas vivas y en color negro plántulas muertas. A = Plántulas en sombra, septiembre 2006; B= Plántulas en sombra, agosto 2007; C= Plántulas bajo el sol, septiembre 2006; D = Plántulas bajo el sol, agosto 2007.

Dot dispersal shows changes in height and diameter through time. It is important to notice the contrast between this figure and Figure 6. The circles mean the survival per cent, white refers to live seedlings and black to dead seedlings. A = Seedlings under shadow, September 2006; B= Seedlings under shadow, August 2007; C= Seedlings under the sun, September 2006; D = Seedlings under the sun, August 2007.

Figura 7. Altura y diámetro de las plántulas de *Glicidia sepium* plantadas en las dunas costeras.
 Figure 7. Height and diameter of *Glicidia sepium* seedlings planted in coastal dunes.

Los valores de germinación encontrados son más bajos que los consignados para estas mismas especies por otros autores como Vázquez-Yanez y Toledo (1989). Los tratamientos que más favorecieron el proceso fueron ambientes de sol y de sombra con riego abundante, con semillas recién colectadas, aunque se podría decir que, en general, la sombra y la humedad resultaron ser las condiciones más adecuadas. *L. leucocephala* reduce su respuesta germinativa con el almacenamiento, por lo que se sugiere sembrar material fresco. Una posible explicación a esta diferencia podría encontrarse en las características intrínsecas del propio germoplasma local, ya que ambos taxa tienen amplia distribución en diversos climas y suelos, pero puede ser que haya cierta variabilidad que

The observed germination values are lower than those reported for these same species by authors such as Vázquez-Yanez and Toledo (1989). The most favorable treatments for the process were the sunny and shadow environments with abundant watering, with recently collected seeds, even though it can be stated that, in general, shadow and moisture were the most suitable conditions. *L. leucocephala* reduces its germinative response when stored, which suggests to sow fresh material. A possible explanation for this difference could be in the intrinsic characteristics of the local germ plasm, since both taxa have a broad distribution in diverse climates and soils, but there might be some variability that is

se refleje en estos resultados. Este punto merece ser investigado con mayor profundidad. En las dunas, la vegetación está sujeta a factores limitantes de humedad, altas temperaturas, vientos fuertes con cierta salinidad y competencia con otras especies. Los individuos establecidos en ellas pudieron estar estresados y no todas las semillas ser viables. Sin embargo, para el propósito de contar con germinación y plántulas para una reforestación de estos sitios, los resultados muestran que sí es posible hacerlo.

En la plantación, el uso de hidrogel permitió reducir el número de riegos y aplicarlos únicamente durante la temporada de secas, por lo que incorporar este producto representa una sugerencia valiosa para lograr mejores resultados en las reforestaciones comunitarias en ambientes estresantes como las dunas, en las cuales la temperatura de la arena puede superar los 60°C (Moreno-Casasola, 1982). El hidrogel funcionó como un buen almacenador de agua y ayudó a incrementar el establecimiento de las plántulas y a mejorar su supervivencia en la zona de estudio.

Con respecto a lo anterior, *L. leucocephala* responde mejor que *G. sepium*, tanto en condiciones de sombra como de sol. Dichos ejemplares, al año de establecidos, habían crecido hasta una altura de 2 m, lo que sugiere que es una excelente especie que puede actuar como nodriza para plantas introducidas más adelante y que requieren de protección en las zonas abiertas. El porcentaje de establecimiento de las dos especies fue mejor en la condición de sombra y se considera que el dosel de los árboles beneficia a las plántulas al proporcionarles un microambiente más conveniente (menor fluctuación de temperatura, mayor humedad y nutrientes) que la exposición a las altas radiaciones que recibe la vegetación de las dunas estabilizadas con cobertura herbácea. En la zona costera de Actopan los pobladores propagan a *G. sepium* por estaca y, probablemente ésta sea una mejor opción que hacerlo por medio de plántulas.

Las semillas destinadas a la plantación provenían de árboles progenitores de la misma zona. Una recomendación muy importante es el uso de germoplasma local ya que es el que está adaptado genéticamente a las condiciones climáticas de la zona (caluroso, poca precipitación, alta temperatura en dunas, estrés hídrico).

El incluir a las personas de la comunidad en el establecimiento de la plantación favoreció su concientización de los beneficios que les brinda usar sus recursos naturales y mostrarles las especies adecuadas para ambientes como las dunas, además de enseñarles a reconocer las características del entorno que hacen posible que las plantas se desarrollen exitosamente. En este sentido fue necesario partir siempre de una duna ya estabilizada con pastos para evitar que el movimiento de arena fuera un factor más de estrés y mortalidad de la

observed in these results. This affair deserves a deeper research. In dunes, vegetation are subject to limit factors of moisture, high temperatures, strong winds with some salinity and competence with other species. The individuals that established there could have been stressed and not all the seeds viable. However, results show that it possible to accomplish to have germination and seedlings for reforestation in these places.

The use of hydrogel made it possible to reduce watering by applying a smaller number, just during the dry season; thus, to add this product is a valuable way to achieve better results in community reforestations in stressing environments as that of dunes, in which sand temperature can be over 60°C (Moreno-Casasola, 1982). Hydrogel worked as a good water storage and helped to increase the establishment of seedlings and improving their survival in the study area.

In this regard, *L. leucocephala* has a better response than *G. sepium*, either in the shadow or the sun condition. Those examples, after a year of establishment had grown to a height of 2 m, which suggests that it is an excellent species that can act as a nurse for plants inserted later and that demand protection in open places. The establishment percent of the two species was better in the shadow condition and it is considered that the canopy of the trees benefits the seedlings as they favor a more comfortable microhabitat (less temperature fluctuations, higher moisture and nutrients) that the exposure to high radiations that the vegetation of the stabilized dunes by vegetation cover. In the coastal zone of Actopan, the inhabitants propagate *G. sepium* by cuttings and probably this is a better option than seedlings.

The seeds used for the plantation came from parental trees of the same zone. A very important recommendation is the use of local germ plasm, since it is genetically adapted to the climatic conditions of the zone (warm, with low precipitation, high temperature in the dunes, hydric stress).

To include these persons of the community in the establishment of the plantation made it easier to be aware of the benefits that come from using their natural resources and to show them the right species for the dune environment, as well as to teach them to identify the elements of their surroundings that make a successful development of plants. In this sense it was necessary to start from a stabilized dune with grass, in order to avoid that the movement of the sand could be an additional factor of stress and vegetation mortality. With the support of these people, a workshop about dune reforestation and its technical material were carried out.

CONCLUSIONS

There is a poor interest among the inhabitants of the study area to saw and reforest the zone, which extends to the every-day

vegetación. De forma conjunta con estos colaboradores se llevó a cabo un taller sobre técnicas de reforestación de dunas y la elaboración del material técnico "Manual de reforestación de médanos" (Moreno-Casasola *et al.*, 2010).

CONCLUSIONES

Hay poco interés entre los pobladores de la zona de estudio por sembrar y reforestar la zona, lo que es extensivo a las especies de uso diario por la comunidad. Solo aquellas de alto valor comercial, el cedro rojo, por ejemplo, son las que llaman su atención para formar una plantación.

Leucaena leucocephala germina mejor bajo condiciones de sol o de sombra y riego abundante, aunque el porcentaje de germinación es menor al consignado por otros autores. La sequía baja aún más los valores y en todos los tratamientos el almacenamiento reduce el proceso.

Gliricidia sepium germina con valores altos en sol y sombra, con riego abundante y en condiciones de sol y mayor sequía. Sin embargo la mezcla de sustrato de arena y tierra afecta negativamente su respuesta, y el almacenamiento desacelera su velocidad, pero no su porcentaje.

El guaje presentó un mayor porcentaje de supervivencia en condiciones de sombra (86%) con respecto al tratamiento de sol (50%). En las plantas que mantuvieron su tallo original, se registraron alturas entre 1.5 y 2 m a un año de realizada la plantación. El cocuite registró 14% de supervivencia en sol y de 38% en sombra. La siembra por esqueje, como se realiza comúnmente en la zona, parecer ser una mejor alternativa. 🍃

AGRADECIMIENTOS

Las autoras desean hacer un reconocimiento a los habitantes de La Mancha, Palmas de Abajo y San Isidro, y a Enrique López Barradas, en particular, por su hospitalidad y colaboración para realizar las entrevistas. A las mujeres del Vivero de Palmas de Abajo por ayudarnos en la propagación de las especies utilizadas en la plantación, en el trasplante y las labores de riego; a la comunidad de La Mancha por permitirnos cercar una parcela para la plantación. Al grupo de Ecoturismo La Mancha en Movimiento, en especial a David Díaz por colaborar en el monitoreo y cuidado de la plantación. Un agradecimiento especial a Ana Cecilia Travieso Bello y Krystyna Paradowska por su apoyo en el trabajo de campo. Igualmente, a Roberto Monroy por la elaboración del mapa. A la Comisión Nacional Forestal y a la Comisión de Ciencia y Tecnología por haber financiado el proyecto Núm. 14766 titulado "Germinación, crecimiento y supervivencia de especies nativas de acahuales de selva baja de zonas costeras, importantes en la restauración", así como al Departamento de Ecología Funcional (902-17) del Instituto de Ecología A. C.

REFERENCIAS

Castillo-Campos G. y M. E. Medina A. 2002. Árboles y arbustos de la Reserva Natural de la Mancha, Veracruz. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Ver., México. 144 p.

species. Only those with high commercial value, red cedar for example, are good enough to form a plantation.

Leucaena leucocephala has a better germination under the sun or shadows with abundant watering, even though the germination per cent is lower than that reported by some authors. Drought reduces even more these results and in all the treatments, storage lowers the process.

Gliricidia sepium germinates with high values under the sun and shadow, with abundant watering, and in sun conditions and greater drought. However, the mixture of sand and soil has a negative effect over it, storage decelerates its speed, but not its percentage.

"Guaje" had a higher survival per cent under the shadow treatment (86%), in regard to the sun treatment (50%). In the plants that kept their original stem reached heights from 1.5 to 2 m a year after the plantation. "Cocuite" had 14% of survival under the sun and 38% under shadow. Cutting propagation, which is regularly made in the area, seems to be a better option. 🍃

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to acknowledge the inhabitants of La Mancha, Palmas de Abajo and San Isidro, and to Enrique López Barradas in particular, for their hospitality and cooperation to carry out the interviews. To the women of Vivero de Palmas de Abajo for helping us with the propagation of the species used in the plantation, for the transplant and watering activities; to the La Mancha community for letting us to surround a lot used for the plantation. To the Ecoturismo La Mancha en Movimiento group, and especially to David Díaz, for taking care of the plantation as well as for their help in the monitoring. Ana Cecilia Travieso Bello and Krystyna Paradowska deserve a special mention for their help in the field work. Also, to Roberto Monroy for the map. To the National Forest Commission and to the National Science and Technology Commission for financing the project (No. 14766) "Germinación, crecimiento y supervivencia de especies nativas de acahuales de selva baja de zonas costeras, importantes en la restauración", as well as to the Functional Ecology Department of the Institute of Ecology, A.C.

End of the English version

Castillo-Campos G., P. Dávila-Aranda. y J. A. Zavala-Hurtado. 2007. La selva baja caducifolia en una corriente de lava volcánica en el centro de Veracruz: lista florística de la flora vascular. Bol. Soc. Bot. Méx. 80:77-104.

Díaz-Gallegos, J. R., O. Castillo A. y G. García G. 2002. Distribución espacial y estructura arbórea de la selva baja subperennifolia en un ejido de la reserva de la biosfera Calakmul, Campeche, México. Universidad y Ciencia 18(35):11-28.

Durán E., A. Meave J., J. Lott E. y G. Segura. 2006. Structure and tree diversity patterns at the landscape level in a Mexican tropical deciduous forest. Bol. Soc. Bot. Méx. 79:43-60.

Flores, O. y P. Gerez 1994. Conservación en México: Síntesis sobre vertebrados terrestres, vegetación y uso del suelo. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos-Conservación Internacional. Xalapa, Ver., México. 302 p.

García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3ra Edición. Edit. Larrios. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. México. 252 p.

- García-Gil, G. 2006. El ambiente geomorfológico. In: Moreno-Casasola P. (Comp.). Entornos Veracruzanos: la costa de La Mancha. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Ver., México. pp. 127-138.
- Geissert, D. 2006. Procesos y cambios. In: Moreno-Casasola P. (Comp.). Entornos Veracruzanos: la costa de La Mancha. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Ver., México. pp. 115-126.
- Houghton, R. A., D. S. Lefkowitz and D. L. Skole. 1991. Changes in the landscape of Latin America between 1859 and 1985. I. Progressive loss of forest. *Forest Ecology and Management* 38:143-172.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta de uso actual del suelo y vegetación Serie III. México. http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/pdf/2_info_resumen.pdf (20 de junio del 2011).
- Instituto Nacional de Ecología (INE)-Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) 1993. Informe de la Situación General en Materia del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente 1991-1992. México, D.F., México. PÁGINAS
- Janzen, D. H. 1988. Tropical Dry Forest. The most endangered major tropical ecosystem. In: Wilson, E. O. and F. M. Peter. (Eds.). *Biodiversity*. National Academic Press. Washington, D. C. pp. 130-137.
- López R., M. C. 2007. Germinación, establecimiento y crecimiento de seis especies en matorrales de dunas costeras. Tesis Maestría. Posgrado en Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., México. 169 p.
- Martínez M., L., Moreno-Casasola, P. y S. Castillo 1993. Biodiversidad Costera: Playas y dunas. In: Salazar-Vallejo, S. I. y E. González N.(Comp.) *Biodiversidad Marina y Costera de México*. Comisión Nacional de Biodiversidad y CIQRO, México, D.F., México. pp. 160-181.
- Maun, M. A. 1994. Adaptations enhancing survival and establishment of seedlings on coastal dune systems. *Vegetation* 3: 59-70.
- Mayer, R. F. and J. S. Boye 1981. Osmoregulation, solute distribution and growth in soybean seedlings having low water potentials. *Planta* 151:482-489.
- Moreno-Casasola, P. 1973. Estudios sobre viabilidad y latencia de semillas tropicales. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., México. 78 p.
- Moreno-Casasola P. 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras: Factores físicos. *Biotica* 7(4):577-602.
- Moreno-Casasola, P., E. Van del Maarel, S. Castillo, L. Huesca M. e I. Pisanty 1982. Ecología de la vegetación de dunas costeras: estructura y composición en El Morro de la Mancha, Ver. *Biotica* 7(4):491-526.
- Moreno-Casasola, P. y A. C. Travieso-Bello. 2006. Las playas y las dunas. In Moreno-Casasola, P. (Comp.). Entornos Veracruzanos: la costa de La Mancha. Instituto de Ecología A.C., Xalapa, Ver., México. pp. 205-220.
- Moreno-Casasola P., Infante D. M., Travieso-Bello A. C., Madero-Vega C. 2010. Manual para la reforestación de los médanos. Instituto de Ecología A.C., CONAFOR - CONACyT. Xalapa, Ver., México. 100 p.
- Moreno-Casasola P. y K. Paradowska. 2010. Especies útiles de la selva baja caducifolia en las dunas del centro de Veracruz. *Madera y Bosques* 15(3):21-44.
- Payne, A. M. and M. A. Maun 1984. Reproduction and survivorship of *Cakile edentula* var. *lacustris* along the Lake Huron shoreline. *American Midland Naturalist Journal* 111: 86-95.
- Pemadasa, M. A. and P. H. Lovell 1975. Factors controlling germination of some dune annuals. *Journal of Ecology* 63:41-59.
- Rincón, E., M. Álvarez, G. González, P. Huante y A. Hernández 1999. Restauración de selvas bajas caducifolias en México. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. *Gaceta Ecológica* No. 53: 62-71.
- Rzedowski, J. 1978. La vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F., México. 483 p.
- Sarukhán, J. 1998. Los tipos de vegetación arbórea de la zona cálida húmeda de México. In: Pennington, T. D. and J. Sarukhán (Eds.) *Árboles Tropicales de México*. Universidad Nacional Autónoma de México-Fondo de Cultura Económica. México, D. F., México. pp. 13-65.
- StatSoft Inc. 2001. STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK.
- Stebbins, G. L. 1971. Adaptive radiation of reproductive characteristics in angiosperms II. Seeds and seedlings. *Annual Review of Ecology and Systematics* 2:237-260.
- Travieso-Bello, A. C. 2000. Biodiversidad del paisaje costero de La Mancha. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Ver., México. 119 p.
- Travieso-Bello, A. C. y A. Campos 2006. Los componentes del paisaje. In: Moreno-Casasola P. (Comp.). Entornos Veracruzanos: la costa de La Mancha. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Ver., México. pp. 139-150.
- Trejo, T. y R. Dirzo 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry tropical forests. *Biodiversity and Conservation* 11(11):2063-2084.
- Vazquez-Yanes, C. y J. R. Toledo. 1989. El almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 49:61-71.
- Yanful, M. and M. A. Maun 1996. Effects of burial of seeds and seedlings from different seed sizes on the emergence and growth of *Strophostyles helvola*. *Can. J. Bot.* 74:1322-1330.
- Zar, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ. USA. 718 p.