

1. INTRODUCCIÓN

Hace unos 200 millones de años, las especies miembros de las cicadofitas constituían una porción amplia de la flora terrestre y eran los alimentos que servían, probablemente a algunos dinosaurios herbívoros (Weier, 1979). Actualmente las cícadas vivientes han sido agrupadas dentro de las gimnospermas. Forman un grupo relativamente pequeño de plantas, que consiste de 185 especies en 11 géneros. Se distribuyen en el trópico, sub trópico y regiones con temperaturas calientes de ambos hemisferios, norte y sur. Al paso del tiempo han sobrevivido un número substancial de especies en Sud Africa, Australia y Sud América, así como en las Islas del Caribe y América Central (donde se encuentra la mayor diversidad de especies). Con respecto a la flora mundial las cícadas modernas no son un grupo significativo (Jones, 1994). Según Balduzzi et al, (1982, citado por Vázquez, 1990). En México se encuentra el 50% de las cícadas de América y en las zonas en las que florecieron las culturas autóctonas como los Olmecas, Mayas y Aztecas, existiendo al menos una especie de *Ceratozamia*, *Dioon* o *Zamia*. Los cambios de uso del suelo en áreas tropicales y sub tropicales han causado la pérdida de gran cantidad de especies vegetales y animales; en el caso de las *Zamiáceas*, un 89% de las poblaciones naturales de especies de esta familia en el ámbito mundial están en ese peligro (IUCN, 1997). El Chamal (*Dioon edule* var *angustifolium*) es una especie de la familia *Zamiaceae* que se distribuye en el noreste de México. Es nativa de Nuevo León y Tamaulipas, y a causa de sus propiedades comestibles, medicinales y ornamentales se presenta un comercio ilegal de ejemplares de esta especie. Esta razón aunada a los cambios de uso del suelo, así como un adecuado manejo y reproducción en vivero son factores que están contribuyendo a la destrucción de las poblaciones naturales y a la extinción de esta especie (Sheridan & Sifuentes, 1983; Norstog & Vovides, Peters, 1987 y Alanís 1996)).

Para la conservación de la especie es necesario conocer el entorno biológico en el que se desarrolla y establecer criterios para su manejo e impulsar la reproducción de

esta especie en vivero. Esto último con el fin de cubrir la gran demanda que existe en el mercado de ejemplares de esta especie.

Este trabajo tiene como objetivos:

1.2 Objetivo general

Contribuir al conocimiento sobre la distribución y relaciones ecológicas del chamal *Dioon edule* var. *angustifolium*, determinar la dinámica de las poblaciones y plantear criterios de manejo que permitan la conservación de esta especie.

1.2.1 Objetivos específicos

- ◆ Determinar la distribución de la especie en la región
- ◆ Realizar un inventario de las especies acompañantes de *Dioon edule* var. *angustifolium*
- ◆ Probar métodos de reproducción por semilla.

Hipótesis

Considerando la distribución de las poblaciones de *Dioon edule* var. *angustifolium* en campo se plantearon las siguientes hipótesis:

H0₁ La densidad y cobertura de la especie es mayor cuando se presenta una menor cobertura y diversidad de las especies del estrato arbustivo superior

H0₂ La germinación de la semilla es mayor cuando ocurre en áreas con mucha iluminación

2. ANTECEDENTES

Rzendowski (1978) y Martínez (1979) describen al *Dioon edule* Lindley como un arbusto sin ramificar con aspecto de palma de 2 hasta 4 m de altura, con hojas de 1 a 1.5 m, compuestas de numerosas pinas linear-lanceoladas agudas y punzantes, cono de 30-60 cm. y semillas globosas de unos 30 mm.

Rzendowski y Equihua (1987) mencionan que *D. edule* pertenece a un grupo de plantas parecidas a palmas y helechos, llamadas Cycadaceas cuyo grupo no es considerado como comunidad independiente.

Actualmente las cícadas vivientes han sido agrupadas por Jones (1994) dentro de las gimnospermas. Se presentan en un grupo relativamente pequeño de plantas, con 185 especies en 11 géneros. Sus tres familias son: *Cycadaceae*, *Stangeriaceae* y *Zamiaceae*.

La familia *Zamiaceae* contiene los géneros *Dioon*, *Encephalartos*, *Macrozamia*, *Lepidozamia*, *Ceratozamia*, *Microcycas*, *Zamia* y *Chigua*. Dentro del género *Dioon* se agrupa a la especie *edule* con sus dos variedades *edule* y *angustifolium*, que se diferencian solamente por su rango de distribución y en que *Dioon edule* var *angustifolium* presenta folíolos más angostos (De Luca et al, 1982).

2.1. Distribución

Las cícadas crecen en un rango amplio de climas tropicales y subtropicales. Si bien su presencia no es tan significativa en la actualidad, en lo que sí destacan en su medio es en su tamaño. Actualmente las cícadas se encuentran en todos los continentes en forma silvestre, excepto en Europa y Antártida, pero se encuentran restringidas a ciertas áreas en los trópicos y subtropicos (CONABIO, 1999)

Jones (1994) dice que las cícadas se distribuyen principalmente en el trópico, subtropical y regiones con temperaturas calientes de ambos hemisferios. Al paso del tiempo han sobrevivido un número substancial de especies en el sur de Africa, Australia y Sudamérica, encontrándose además prominentemente en las Islas del Caribe y América Central donde se encuentra la mayor diversidad.

Según Balduzzi et al (1982 citado por Vázquez, 1990) en México se encuentra al menos una especie de *Ceratozamia*, *Dioon* o *Zamia*. Esta especie se distribuye entre los 200 y los 1500 msnm, sobre suelos de origen calcáreo, en los estados de México, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Veracruz; Esta especie esta asociada a zonas de ecotécnia entre la selva baja caducifolia y encinares, en paredes de cañones con fuertes pendientes o en laderas poco pronunciadas.

Según la CONABIO (1999) las cícadas se encuentran asociadas con diferentes tipos de vegetación. En el caso de *Dioon edule* se ha encontrado asociado con Selvas bajas caducifolias, Selva espinosa y encinares.

En México se encuentran 3 géneros de cícadas: *Ceratozamia*, *Zamia* y *Dioon* que la norma oficial Mexicana NOM-ECOL-059-9 mantiene en algún estatus de conservación, considerándose a *Dioon edule* como una especie endémica amenazada (INE, 1993).

De Luca et al (1982) dicen que la variedad típica (*D. edule* var. *edule*) se distribuye desde el sur de Tamaulipas hasta Veracruz; su hábitat es principalmente la transición entre bosque tropical deciduo y bosque de encino, entre los 500 y 1500 msnm. *Dioon edule* var *angustifolium* se distribuye en la Sierra Madre Oriental en Nuevo León y Tamaulipas. En la Sierra de San Carlos, Sierra de Tamaulipas y lomeríos cercanos a Soto la Marina, se encuentra entre los 200 y 1500 msnm, en hábitats similares al de *D. edule* var. *edule*.

Sheridan (1983) comenta que esta especie en el estado de Nuevo León se distribuye en cerros y cañones de laderas expuestas al este de la Sierra Madre Oriental, dentro de los municipios de Linares e Iturbide, en altitudes que van desde 480 a 1350 msnm y presenta mayor densidad entre los 480 y 550 m; menciona estaciones donde existe *D. edule* L., entre ellas Cañada de los Pinos (bosque de encino-pino), cañón Las Lajas San Juanito (bosque de encino), barranca El Encinal (bosque de encino) y cerro La Tinaja (bosque de encino) en el municipio de Linares,

En la Sierra Madre Oriental en la región de Linares, Nuevo León, Müller (1994) reporta la existencia de *Dioon edule* L. en bosques de encino y matorral submontano, mientras que Correa (1996) encontró individuos de *D. edule* L. asociado a bosque de pinos.

2.2. Estructura y relaciones ecológicas

Norstog (1987) afirma que solamente en algunas cícadas se presentan insectos como elemento importante en la polinización y sobrevivencia de las mismas.

Vovides (1990) en un estudio sobre distribución espacial, supervivencia y fecundidad de *Dioon edule*, encontró que la sequía prolongada y el fuego son factores que contribuyen a la muerte de plantas en pie, resultando una población que presenta una curva de supervivencia con estructura similar a una J invertida. Además esta especie mostró una marcada distribución hacia suelos poco profundos y afloramientos rocosos. La variación de los intervalos de conaciones estimados fue de 2.8 a 8.8 años en plantas masculinas y de 10 a 52 años en plantas femeninas siendo este intervalo considerablemente más corto, después de años excepcionalmente húmedos.

Vovides y Peters (1987) durante una serie de estudios ecofisiológicos comprobaron que existe relación de *D. edule* L. con hongos micorrízicos, los cuales mejoran la absorción

de agua y nutrientes hasta en un 22% más; notaron en sus hojas cierta fluctuación diaria de ácidos titulables, la cual incrementó durante la sequía. Según ellos, utilizando el método de Charles Chamberlain (1919), con algunas adecuaciones y mediante el registro de la producción anual de hojas durante 4 años, calcularon que una planta que mide 2.5 m tiene más de 2500 años.

Algunas especies tienen un misticismo propio y en algunas regiones de la Huasteca potosina en México de manera especial las plantas de *Zamia loddigesti* y *Zamia fischeri* Miquel, se les deja crecer y se le cuida dentro de los campos agrícolas porque se les considera sagradas; de esta manera sirven de alimento y cobertura para la fauna silvestre (CONABIO, 1999).

Sheridan (1983) encontró que *Dioon edule* se desarrolla en suelos someros y medios, de color café y alcalino, de textura arcillosa a migajón arcilloso y sobre roca caliza; con un ph ligeramente alcalino (8.1 a 9.2) de consistencia dura, sobre pendientes de 30 a 45%. con un ph ligeramente alcalino (8.1 a 9.2) de consistencia dura, sobre pendientes de 30 a 45%. Presenta una mayor densidad en esta última, donde en ocasiones se encuentran formando extensas colonias casi puras. La planta florece cada dos años y su polinización es anemócora. La dispersión de la semilla se dio solamente por gravedad.

2.3. Germinación

En el ámbito mundial las cícadas son utilizadas como especies ornamentales y aunque son de mucho interés en esta área, no son reproducidas en vivero por su lento crecimiento. Por esto las poblaciones naturales son azotadas por los recolectores, quienes las prefieren de tamaño generalmente medio (Vovides y Peters 1987, Vázquez 1990 & Jones 1994).

Clinton (1998) menciona que *D. edule* L. requiere de sombra parcial y suelo rico, soporta de 16.66-18.33°C de noche y de 26.66-29.44°C durante el día, es tolerante a la humedad con períodos largos de sequía.

Niembro (1986) cita a varios autores quienes coinciden en que la germinación consiste en el reinicio del crecimiento del embrión y su desarrollo en una plántula independiente. Los factores ambientales que mayor influencia ejercen en la germinación bajo condiciones naturales son la humedad, la temperatura, la luz, el oxígeno y las características del suelo donde se encuentra la semilla.

Reyes (1985) menciona que los principales aspectos a considerar para la reproducción sexual de una especie fuera de su hábitat natural son la profundidad de siembra, porcentaje de aireación, tipos de substratos y condiciones de iluminación.

Sifuentes (1983) afirma que *Dioon edule* L. tiene un uso potencial en dasonomía urbana. No se cultiva en viveros por su lento crecimiento, lo que provoca que más de 42,000 ejemplares mueran cada año después de algunas semanas de ser transplantados.

Sheridan (1983) encuentra que la semilla de *Dioon edule* L. no presenta letargo y además obtiene altos porcentajes de germinación en conos colectados especialmente para la prueba.

Maiti (1987) afirma que la profundidad de siembra de la semilla debe ser de dos a tres veces su tamaño para evitar el ahogamiento.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio.

La Sierra de San Carlos: Se localiza en el centro - norte del estado de Tamaulipas entre los 24° 30' a 25° 00' de latitud norte y 98° 30' a 99°15' de longitud oeste y cubre una superficie aproximada de 1422.6 km² (fig. 1). La altitud máxima de la sierra es de 1700 msnm, y se levanta sobre la llanura costera del Golfo, que tiene 300 m de altitud en promedio.

Los principales tipos de rocas son las calizas, lutitas y margas, magmas y basaltos alcalinos, así como mármol y otras rocas metamórficas. (SPP, 1983). En las partes bajas, predomina el tipo de suelo cambisol cálcico, en las medias rendzina y en las altas litosol. La textura es media y fase física lítica va hasta un metro de profundidad, el pH va de 7.2 a 8.0 (SPP, 1982).

La temperatura media anual de la región varía entre 20 y 22°C, con precipitación media anual entre 800 y 1000 milímetros, según las isotermas e isoyetas de la región. Los coeficientes de escurrimiento van del 5 a 20 por ciento (SPP, 1983).

Existen cinco tipos de vegetación: Matorral submontano, matorral de encinos, pastizal, bosque de encino y bosque deciduo templado de montaña (Briones, 1991).

La vegetación en donde se encuentra *D. edule* var. *angustifolium* en la Sierra de San Carlos es principalmente en la transición entre bosque tropical deciduo y bosque de encino entre los 200 y 1500 msnm (De Luca et al, 1982).

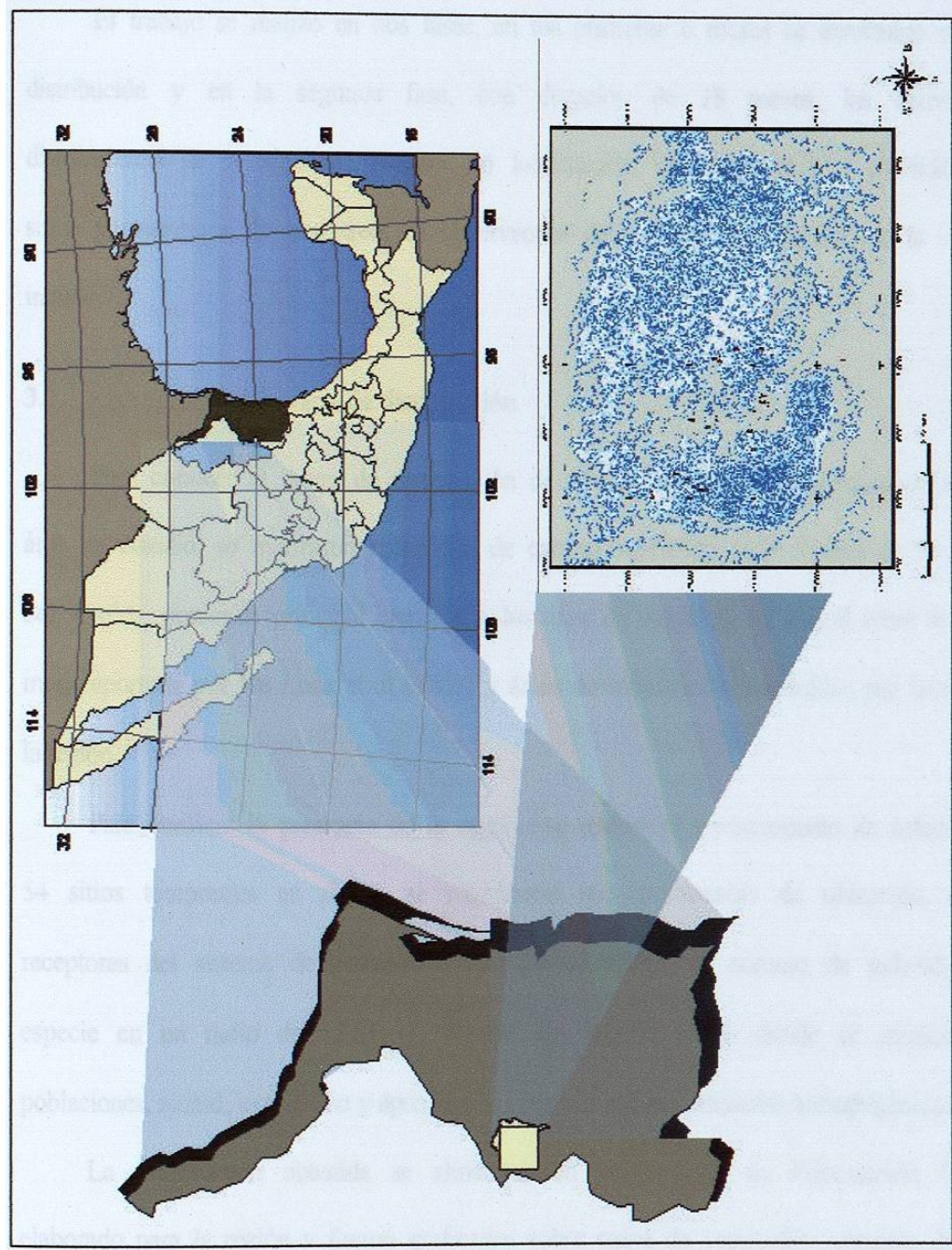


Figura 1: Localización del área de estudio.

3.2 Metodología

Considerando una curva de nivel ubicada a 350 msnm, parte más baja de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas, se realizó la delimitación del área de estudio sobre una carta topográfica 1:250000.

El trabajo se realizó en dos fases, en los primeros 6 meses se determinó el área de distribución y en la segunda fase, con duración de 18 meses, las actividades se distribuyeron de la siguiente manera: a) localización, establecimiento y medición de los sitios permanentes de muestreo, b) observación de aspectos fenológicos de la especie de interés.

3.2.1 Elaboración del mapa de distribución

Para conocer el rango de distribución de *Dioon edule* var. *angustifolium* dentro del área de estudio, se realizaron recorridos de campo cubriendo toda el área de la Sierra de San Carlos, poniendo principal atención a los tipos de vegetación y altitud sobre el nivel del mar, reportada por De Luca et al (1982) y áreas de distribución conocidas por habitantes de la región.

Para verificar la presencia de la especie se realizó el levantamiento de información en 54 sitios temporales en donde se registraron las coordenadas de ubicación, utilizando receptores del sistema de posicionamiento global (GPS), el número de individuos de la especie en un radio de 12.61 m, el tipo de vegetación en donde se encontraban las poblaciones, altitud, exposición y apreciación visual de algunos impactos antropogénicos.

La información obtenida se almacenó en un Sistema de Información Geográfica elaborado para la región y fueron graficados sobre mapa de vegetación obtenido de imagen de satélite LANDSAT TM.

3.2.2 Levantamiento de la información

Considerando los resultados previos de la investigación, se pudieron determinar los lugares en donde existen mayores densidades de la especie de interés. En visitas dirigidas se registraron los sitios en los cuales se apreciaron densidades más altas; cada localidad fue clasificada de acuerdo a la combinación de los siguientes criterios: áreas con presencia o ausencia de pastoreo y presencia de cobertura de las especies arbóreas. De esta manera se obtuvieron 16 sitios con dichas características, de los cuales se seleccionaron solamente 8: cuatro con baja cubierta de especies arbóreas y cuatro en áreas cerradas.

3.2.2.1 Forma y tamaño de las parcelas

Utilizando receptores del sistema de posicionamiento global GPS, cintas métricas y brújulas, se establecieron en forma dirigida 8 sitios permanentes de muestreo. En cada uno se consideró una superficie de 1000 m² en forma de rectángulo. Se midieron 50 metros en dirección norte - sur y 20 metros en dirección este - oeste para el estrato arbóreo. Para los estratos arbustivo y herbáceo se delimitaron 5 subparcelas de 100 m² (10x10 m) y 4 m² (2x2 m) respectivamente (Figura 2)

UNIDAD MUESTRAL
Escala 1:200
Superficie: 1000²
Dimensiones 20 X 50

Estrato arbóreo y ubicación espacial
de la especie de interés I, II, III...X

Estrato arbustivo

Estrato herbáceo

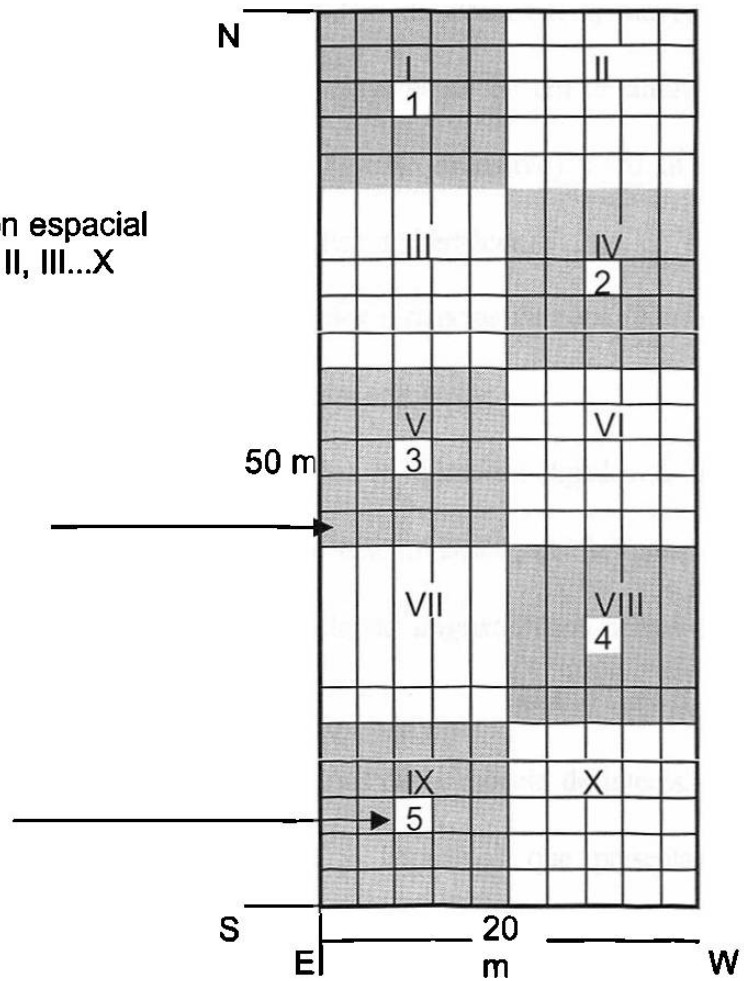


Figura 2. Forma de los sitios permanentes de muestreo.

3.2.2.2 Variables obtenidas

Utilizando balizas graduadas, cintas métricas y forcípulas, en cada uno de los sitios se midieron 1000 m² de especies leñosas con un diámetro a 1.3 m de altura (d1.3) mayor o igual a 5 cm (estrato arbóreo), 500 m² de especies leñosas mayores de 30 cm de altura y entre 1 cm de diámetro a 10 cm (d01) a 5 cm de d1.3 (estrato arbustivo) y 20 m² de especies menores de 30 cm de altura y con d01 menor a 1 cm (Estrato herbáceo).

Las variables registradas para los tres estratos fueron: dos distancias de copa (Norte - Sur y Este - Oeste), altura, d1.3 para especies arbóreas y d01 para arbustivas.

Utilizando brújula y cinta métrica se midieron ángulos y distancias ligados a tres puntos estratégicos previamente georreferenciados para la determinación de la posición exacta de todas las especies del estrato arbóreo y *Dioon edule* var *angustifolium* dentro del sitio.

En los 1000 m² se registraron datos de aspectos sanitarios de la especie de interés, se colectaron muestras de hojas, semillas, conos masculinos y femeninos que presentaron indicios de presencia de insectos (Garza, 1998).

En cada sitio se registraron además algunas variables ecológicas relevantes como tipo de vegetación, altitud, fisiografía, exposición, pendiente, porcentaje de pedregosidad, textura, color del suelo e impactos ambientales. Se colectaron muestras de todas las especies medidas para su posterior identificación.

Se elaboró una base de datos que incluyó 8,394 registros los cuales fueron identificados con el tipo de área, número de sitio, cuadrante, estrato correspondiente, número de colecta, nombre científico, nombre local, familia, ubicación espacial, diámetro, altura, cobertura y aspectos sanitarios y fenológicos de la especie de interés.

3.2.2.3 Análisis de la información

El nicho ecológico condiciona la disposición espacial de una especie en un sistema ecológico. El nicho comprende el hábitat físico de las especies (lugar donde los organismos viven) y su estrategia de adaptación (forma en que la especie adquiere energía y subsiste). El orden espacial se manifiesta con frecuencia como una estratificación en un ecosistema (Emmel, 1975).

Como una forma de reconocimiento previo de las áreas de muestreo, mediante la obtención de la gráfica de frecuencias de especies se describe la composición florística de las áreas en los sitios permanentes de muestreo en la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. Para ello se separaron en sitios de áreas cerradas y sitios de áreas abiertas obteniendo en cada caso la frecuencia relativa de especies. Esto se dividió posteriormente en 5 clases de porcentaje de frecuencia relativa donde: clase I de 0-20%, clase II de 21-40%, clase III de 41-60%, clase IV de 61-80% y clase V de 81-100%, que son criterios de evaluación forestal propuestos por Cain y Oliveira Castro (1959, citados por Lamprecht, 1990).

3.2.2.4 Descripción de la estructura horizontal

La descripción de la estructura horizontal de las áreas de muestreo se realizó mediante la utilización del índice de diversidad de Shannon H' , que según Gadow (1993, citado por Aguirre, 1999) el índice de Shannon (1948) es una de las variables más empleadas para la estimación de diversidad de especies, cuyo valor H' se incrementa conforme ocurre un mayor número de especies y la proporción de individuos de las mismas es más equitativa. H' depende por tanto no sólo del número de especies presentes en un ecosistema, sino de la frecuencia con que estén representadas y su fórmula es:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \cdot \ln(p_i) \text{ donde}$$

S= Número de especies presentes

p_i = Proporción de especies $p_i = n_i/N$

n_i = Número de individuos de la especie i

N= Número total de individuos.

3.2.2.5 Densidad

Al emprender el estudio de una población, la densidad es a menudo el primer atributo al que se dedica atención. Este suele expresarse y medirse como el número de individuos por unidad de área o volumen. Un índice de abundancia relativa (promedio) es más útil como referencia estadística que una densidad absoluta (número de individuos o biomasa por unidad de espacio total) y densidad específica o ecológica (número de individuos en el área o volumen disponible, susceptible de ser colonizado por la población Odum (1972).

En el presente estudio la determinación de la densidad de la especie de interés fue determinada mediante la obtención de un promedio con su respectiva desviación estándar, tanto para áreas abiertas como para áreas cerradas.

3.2.2.6 Cobertura

El grado de cobertura de *Dioon edule var angustifolium*, como expresión del espacio ocupado por esta planta en dos ambientes diferentes de presencia de cobertura de especies arbóreas en la Sierra de San Carlos Tamaulipas, se obtuvo de la suma de las proyecciones horizontales de las plantas sobre el suelo en m^2 por ha para cada una de dichas áreas, presentándose como resultado en cada caso un promedio general y su respectiva desviación estándar.

3.2.2.7 Valor de importancia (VI)

Se determinó el valor de importancia horizontal y vertical de las especies y familias acompañantes del *Dioon edule var angustifolium*, tanto para áreas abiertas y cerradas, así como los parámetros característicos: abundancia, frecuencia y dominancia de las especies y familias. En cada caso se expresaron sus formas absolutas y relativas: a) Las abundancias = número de árboles por especie, que se distingue entre abundancias absolutas (número de individuos / especie) y relativas (=proporción porcentual de cada especie en el número total de árboles); b) Las frecuencias = la existencia o la falta de una especie en determinada subparcela; La frecuencia absoluta se expresó en porcentajes (100% = existencia en todas las subparcelas) y la frecuencia relativa de una especie se calculó como su porcentaje en la suma de frecuencias absolutas de todas las especies y C) Las dominancias = grado de cobertura de las especies, como expresión del espacio ocupado por ellas y que se definen como la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo. La suma de las proyecciones de las copas de todo los individuos de una especie determinan su dominancia, por ejemplo en m². La dominancia relativa se calcula como la proporción total de una especie en el área basal total evaluada (= 100%).

3.2.2.8 Distribución espacial

Para determinar el comportamiento de la especie de interés se compararon visualmente gráficas de distribución espacial de los individuos de *Dioon edule var angustifolium* y especies arbóreas. La interpretación se realizó considerando algunas aseveraciones de Emmel (1975) concernientes a organización de las poblaciones, donde de manera general considera tres tipos de distribución de las plantas que pueden ser uniforme, al azar y/o agrupada.

3.2.2.9 Algunos aspectos fenológicos y sanitarios de la especie

Se determinaron los porcentajes de plantas femeninas, masculinas, conos presentes, hojas despuntadas, defoliadas, heladas, manchadas y sanas; también se determinaron el promedio de altura y número de hojas en ambientes abiertos y cerrados, presentándose el promedio y desviación estándar para cada área.

3.2.2.10 Descripción de la estructura vertical

La descripción del perfil vertical de las especies en cada una de las áreas de muestreo nos permite percibir las condiciones del medio en que vive la especie en estudio, según el estrato en que este se encuentre.

Para caracterizar las condiciones existentes en los ambientes de mayor densidad de *Dioon edule var angustifolium*, se realizó una caracterización de la estructura vertical de las especies acompañantes mediante la utilización de la fórmula perfil de especies A, desarrollada a partir del índice de Shannon por Pretzsch (1996, citado por Aguirre, (1999) y Aguirre y Jiménez (1999) cuya fórmula es.

$$A = - \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^Z pij \cdot \ln(pij) \text{ en donde}$$

S= Número de especies presentes

Z= Número de estratos de altura (tres en este caso)

pij= Proporción de especies en las zonas de altura $pij = nij / N$

nij= Número de individuos de la especie i en la zona j

N= Número total de individuos

Se considera como estrato I sobre 80% hasta 100% de la altura máxima del rodal, el estrato II sobre 50% hasta 80% y el estrato III de 0 a 50%.

Se calcula un valor de equitatividad (E) de manera análoga al índice de Shannon; cabe mencionar que a diferencia del índice de Shanon, el índice A caracteriza la ubicación de las especies en diferentes estratos de altura, en donde A toma valores entre 0 y un valor máximo (A max). Un valor $A=0$ significa que el rodal está constituido por una sola especie que ocurre además en un solo estrato. A max se obtiene cuando la totalidad de las especies ocurren en la misma proporción, tanto en el rodal como en los diferentes estratos.

3.2.2.11 Estructura poblacional

La situación demográfica que presentan las poblaciones se pudo apreciar mediante la proyección de las categorías de edad de las poblaciones de la especie de interés. La estructura poblacional fue analizada mediante la obtención de intervalos de clases de edades y coeficientes de correlación entre densidad por categoría de altura con diversidad y cobertura de especies arbóreas. El número adecuado de intervalos de clases fue tomado de Vovides (1987).

3.2.3 Pruebas de germinación y emergencia *ex situ*

Las pruebas de germinación y emergencia *ex situ* se llevaron a cabo en el laboratorio de semillas y vivero del departamento de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Se consideraron como variables la iluminación, la posible posición que guarda la semilla al caer del cono, tipos de sustratos y profundidades de siembra.

Las semillas utilizadas en estas pruebas fueron colectadas considerando su apariencia de madurez óptima. La limpieza y acondicionamiento de la semilla se realizó manualmente

durante el mes de septiembre de 1998. Las pruebas se llevaron a cabo 8 meses después, en mayo de 1999.

3.2.3.1 Evaluación del banco de germoplasma

Se separaron aquellas semillas que presentaron algún daño mecánico, por insectos y/o restos de tegumentos, obteniendo un total de 90% de semillas puras. Utilizando tetrazolio al 0.1% en cajas petri se colocaron cinco lotes de diez semillas tomadas al azar del lote original. Al final de la prueba se consideraron como viables aquellos embriones que presentaron vigor máximo y medio dependiendo de la intensidad y porcentaje del embrión que presentó coloración rosa o rojiza, descartándose los embriones con mínima o nula coloración de cada lote. Los porcentajes de semillas viables fueron desde 83% hasta 97% con un promedio general de 90%.

Mediante el secado de 4 muestras no mayores de 10 gramos de semillas a más de 90°C, se pudo obtener un peso constante. Se determinó que las semillas presentaban un contenido de humedad de 45.7% antes de su rehidratación para las pruebas de germinación.

Utilizando la formula $CS=(1*10^6)/W*V*P$ empleado por la ISTA (1996, citado por López, 1998) se determinó el índice (CS) de calidad de semillas, donde (V) viabilidad, (P) porcentaje de pureza, (W) peso de 1000 semillas escogidas al azar, se obtuvo un total de 212 semillas viables por kg.

3.2.3.2 Germinación en medio controlado

Se colocaron 3 tratamientos con 4 repeticiones de 17 semillas cada una, en un diseño completamente al azar. Los factores considerados fueron t1= posición horizontal de la semilla, t2 semilla con el embrión hacia abajo, t3 semillas con el embrión hacia arriba. Se

utilizó algodón húmedo y temperaturas alternas, 28°C durante 16 horas (día) y 15°C durante 8 horas (noche), con 24 horas previas de imbibición en agua y tratadas con fungicida arazan. Los resultados fueron analizados mediante un análisis de variánza de un factor y la comparación de medias por Diferencia Mínima Significativa (DMS) en diferentes fechas del desarrollo de la prueba. Las medias iguales fueron identificadas con la misma letra.

3.2.3.3 Germinación y emergencia

La determinación de las condiciones de luz asociadas a las posiciones más adecuadas de aprovechamiento de humedad, se evaluaron mediante un experimento bifactorial combinado en donde: factor 1: Condiciones de sol y sombra (cobertura vegetal de especies arbóreas), factor 2: posición horizontal y posición vertical (con el embrión hacia abajo). Se obtuvieron cuatro tratamientos donde, T1=Sombra-Embrión horizontal, T2=Sol - embrión horizontal, T3=Sombra - embrión vertical y T4=Sol - embrión vertical; cada tratamiento con cuatro repeticiones. Cada repetición fue compuesta por 25 unidades experimentales (semillas) con 24 horas de rehidratación, en un diseño completamente aleatorio, sobre substrato compuesto de 2 porciones de tierra, 1 de perlita, 1 de germinaza más fertilizante osmocote en una proporción de 1 kg. para 3 m³ de la mezcla en bolsas de plástico calibre 400 y riegos cada tercer día. Se realizaron toma de datos continuos hasta que se alcanzó un máximo de germinación y emergencia del 90% en alguno de los tratamientos, realizando una ultima medición de alturas y sobrevivencia a los 8 meses. Las alturas totales obtenidas se dividieron entre el tiempo transcurrido para cada planta obteniendo de esta manera la ganancia de altura en cm por mes.

El análisis se realizó para un diseño completamente aleatorio, análisis bifactorial con varias muestras por grupo y comparación de medias por el método de Tukey en diferentes fechas del desarrollo de la prueba.

3.2.3.4 *Sobrevivencia y velocidad de crecimiento*

Fue evaluada mediante la colocación de un experimento bifactorial combinado en condiciones de sombra en donde los tratamientos fueron el resultado de la combinación de dos profundidades de siembra y dos tipos de substratos, considerando como profundidad 1 (P1), solo lo necesario para cubrir la semilla (similar a su forma natural) y profundidad 2 (P2), de dos a tres veces el tamaño de la semilla como recomienda Maiti (1987). Los substratos utilizados fueron: S1= una mezcla de perlita, osmocote, germinaza y tierra de monte y S2= substrato tierra de monte. Los tratamientos fueron tratamiento 1 (T1=P1S1), tratamiento 2 (T2=P2S2), tratamiento 3 (T3=P1S2) y tratamiento 4 (T4= P2S1). Cada tratamiento constó de cuatro repeticiones y cada repetición de 10 unidades experimentales (semillas) tratadas con fungicida arazan, colocadas en forma horizontal con 24 horas de rehidratación; los riegos se hicieron cada tercer día. La toma de datos se realizó hasta los 7 meses, considerando como variables el porcentaje de sobrevivencia y la altura alcanzada. Las alturas totales obtenidas se dividieron entre el tiempo transcurrido para cada planta obteniendo de esta manera la ganancia de altura en cm por día ó mes.

Los datos se analizaron por medio de un anova para dos factores con varias muestras por grupo, prueba de adición y comparación de medias por diferencia mínima significativa (DMS).

3.2.4 Identificación y clasificación de insectos

Los conos, semillas e insectos colectadas fueron depositadas en el laboratorio de entomología de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Dicho material fue revisado periódicamente; los conos o semillas con presencia de algún daño, se reportó al personal de dicho laboratorio para su revisión e identificación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para contribuir al conocimiento sobre la distribución y relaciones ecológicas del *Dioon edule* var *angustifolium* (figura 1 anexo V), determinar la dinámica de las poblaciones naturales y plantear criterios de manejo de esta especie que permita asegurar su conservación, fue necesario realizar la estimación de densidad de población y cobertura del *Dioon edule* var *angustifolium* en la región, levantar un inventario de las especies acompañantes y probar métodos de reproducción por semilla.

4.1 Distribución de la especie en la región

En la Sierra de San Carlos, *Dioon edule* var *angustifolium* se distribuye en las subcuencas de San Carlos y Río Conchos pertenecientes a las cuencas Soto la Marina y San Fernando de la región hidrológica 25, en un rango altitudinal de 350 a 1,200 msnm, en las coordenadas geográficas entre 98° 52' y 99° 08' de longitud oeste, en las cañadas formadas por los cerros: Sacramento, Loma Verde, El Jatero, La Sabritas, partes altas de la Sierra denominada Sierra Chiquita y El Diente (ver figura 3). La vegetación acompañante es bosque de encino-pino, bosques de encino, matorral submontano y franjas muy reducidas donde existe una mezcla de especies de bosques de encinos, matorral submontano y matorral espinoso tamaulipeco alto. Las mayores densidades se presentaron desde los 400 a los 850 msnm.

Dioon edule var *angustifolium* se encontró dentro del rango de distribución descrita por De Luca et al (1982), que reportaron que el chamal se encontraba entre los 200 a 1500 msnm. Las mayores densidades encontradas entre los 400 a 850 msnm no son coincidentes con las

encontradas por Sheridan (1983); quien reporta que encontró las mayores densidades entre 450 a 1350 msnm, según resultados de Treviño y López (2000) esto se debe a la influencia de la cobertura de especies arbóreas y no del todo a la altitud.

En algunas áreas con altitudes próximas a 1000 msnm con incendio en los últimos 8 años se registraron densidades aparentemente más altas de chamal que otras poblaciones de su misma altitud que no presentaban disturbio aparente.

En estas áreas con indicios de incendios relativamente recientes se observó que existía una densidad relativamente más alta de individuos hembras, que en su gran mayoría no presentaron tallo pero sí conos y semillas, además un basto número de renuevos que por su altura y número de hojas posiblemente son de los últimos tres años; esto coincide con observaciones de Jones (1994), quien afirma que la presencia de incendios superficiales promueve la formación de conos y semillas en Cíadas en el Oeste de Australia, donde estas plantas son una fuente importante para la alimentación humana.

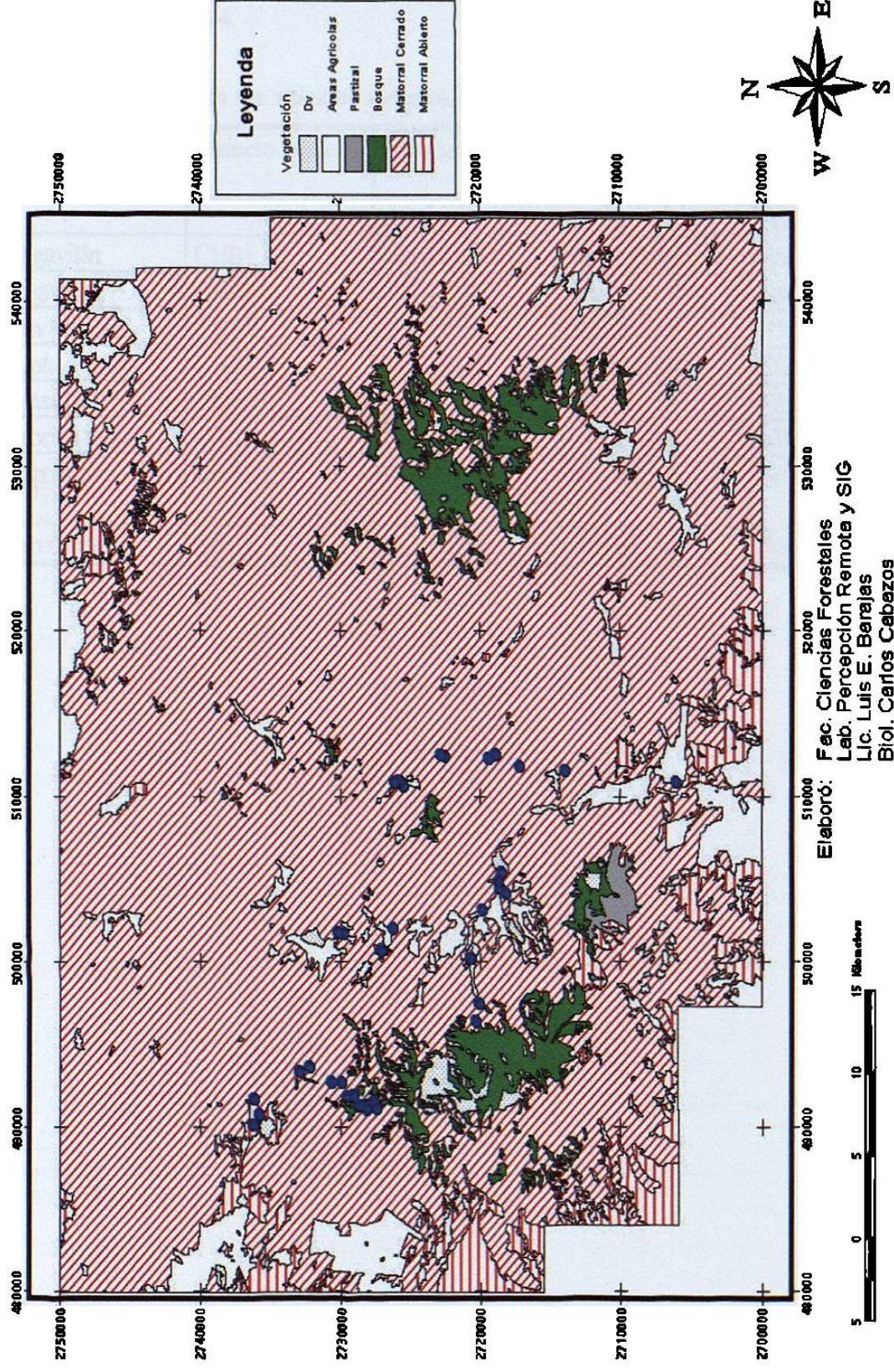


Figura 3: Muestra las áreas con registro de presencia de *Dionon edule* var *angustifolium* en la sierra de San Carlos Tamaulipas
México ●

Las coordenadas geográficas de los sitios permanentes determinadas por medio de receptores del sistema de posicionamiento global GPS se encuentran contenidas en la tabla 1 e ilustradas en la figura 4.

Tabla 1: Ubicación de los sitios de muestreo

Localidad	Número de sitio	Coordenadas geográficas		
		Nortes	Estes	Altitud msnm
El gavilán	CH01	24° 41' 24"	98° 59' 06"	550
El gavilán	CH02	24° 41' 39"	98° 59' 15"	550
San Miguel	CH03	24° 44' 12"	99° 05' 28"	550
Santa Martha	CH04	24° 32' 25"	98° 53' 07"	580
Agua fría	CH05	24° 39' 00"	98° 58' 52"	580
Fabrica vieja	CH06	24° 35' 02"	98° 57' 16"	480
Carricitos	CH07	24° 36' 04"	99° 00' 01"	600
San Carlos	CH08	24° 35' 37"	98° 56' 50"	500

principales de la remoción de la cubierta vegetal, parecen ser los responsables de la fragmentación de las poblaciones naturales de *Dioon*.

El verde intenso de las plantas de *Dioon* proporciona a estas áreas un atractivo visual que contrasta con el follaje semiárido de la vegetación vecina a dichas poblaciones, cuya diferencia resalta en épocas secas. El solo hecho de encontrarse el *Dioon edule* en esta región, le proporciona a estas áreas un valor incalculable, que junto con un reducido número de especies arbóreas reportadas por Cavazos y Treviño (2000) como raras o aisladas para el bosque mesófilo de esta región, pueden ser elementos importantes en el desarrollo de planes de manejo y/o conservación de estas áreas.

4.2 Estructura y relaciones ecológicas

De 8,394 registros que compusieron la base de datos de las áreas de mayor densidad de *Dioon edule* var. *angustifolium* 4,444 fueron de áreas abiertas y 3,950 de áreas cerradas. Se obtuvieron 284 colectas botánicas de las cuales fueron identificadas 197 especies en 37 familias donde especies no identificadas se clasificaron como *Incertae sedis*.

4.2.1 Diagnóstico de la composición florística

La Figura 5 nos muestra, tanto en áreas abiertas como en áreas cerradas, un gran número de especies en la clase II de 21-40% de frecuencia, mientras que son pocas las especies que se distribuyen en toda el área con una frecuencia por arriba del 41%. Además existe una diferencia de 10 especies más al pasar de áreas cerradas a áreas abiertas.

En este caso, considerando las recomendaciones de Lamprecht (1990), se puede decir que los altos valores observados en la categoría II indican que en ambos casos existe una composición florística heterogénea, la cual es más acentuada en áreas abiertas.

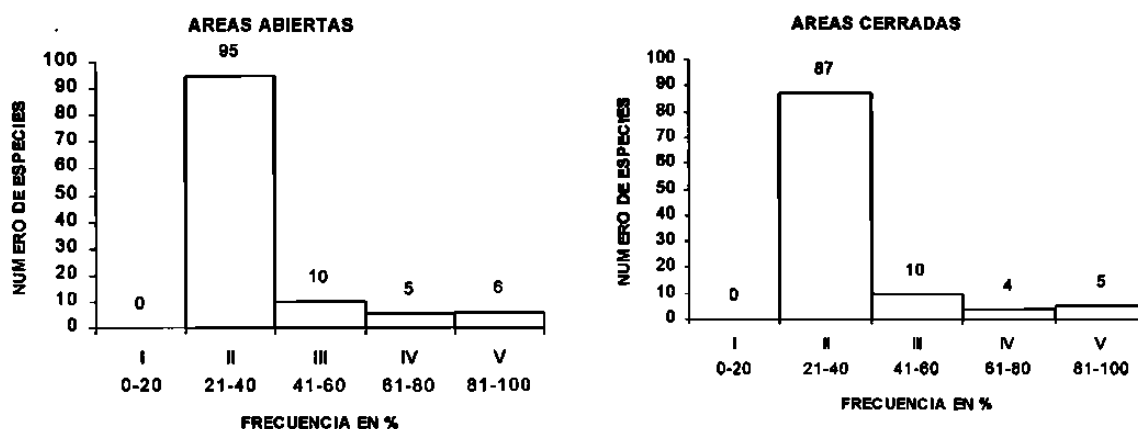


Figura 5: Muestra la heterogeneidad florística en áreas abiertas y cerradas

4.2.2 Índice de diversidad de Shannon H'

La comparación de la diversidad de especies en cada una de las áreas de muestreo nos permitió observar que, en áreas abiertas donde se tiene un total de 116 especies, el índice de diversidad es de $H'=2.14$ promedio, mientras que, en áreas cerradas con 106 especies presentes, el valor de diversidad es ligeramente más alto con $H'=2.78$ promedio. Esto indica que, aunque en áreas abiertas existe un número más alto de especies presentes, la distribución de las especies en áreas cerradas es más equitativa, lo que refleja que en áreas cerradas existe un nivel mayor de conservación y estabilidad ecológica (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Diversidad en áreas abiertas

Sitios en áreas abiertas	Índice de diversidad de Shannon H'
CH02	1.6
CH03	2.3
CH05	2.2
CH06	2.4
promedio	2.1
desvest	0.3

Tabla 3. Diversidad en áreas cerradas

Sitios en áreas cerradas	Índice de diversidad de Shannon H'
CH01	2.8
CH04	2.9
CH07	2.7
CH08	2.7
promedio	2.8
desvest	0.09

4.2.3 Densidad

Las densidades de *Dioon edule* var *angustifolium* en la Sierra de San Carlos Tamaulipas, van desde 3,107 a 10,723, con un promedio de 6,915 individuos por ha en áreas abiertas y de 2042 a 5448, con un promedio de 3,745 individuos por ha en áreas cerradas, lo que nos hace pensar que *Dioon edule* prefiere establecerse en áreas con mucha iluminación. Comparando estos resultados con los reportados por Vovides (1987) para El Cerro de Achichuca en el Estado de Veracruz, donde se tiene una densidad de 4500 individuos por ha bajo un esquema de manejo sustentable, podemos decir que las áreas de mayor densidad poblacional en la Sierra de San Carlos Tamaulipas representan una alternativa similar a la de este estado, pero con mayores posibilidades, ya que se pueden determinar áreas semilleras para la construcción de viveros que permitan la recuperación de áreas naturales perdidas, y asegurar la conservación y preservación de dicha especie en la región aprovechando que se tienen densidades más altas.

Si asociamos estos resultados de densidad con los de diversidad, podemos observar que la densidad de *Dioon edule* var *angustifolium* en áreas abiertas es de 6,915 individuos por ha., con una desviación estándar de $\pm 3,808$ e índice de diversidad de Shannon promedio de $H' = 2.14$. Dicha densidad disminuye a 3,745 individuos por ha $\pm 1,703$ en áreas cerradas y con un índice de diversidad de Shannon promedio $H' = 2.78$ (Figura 6).

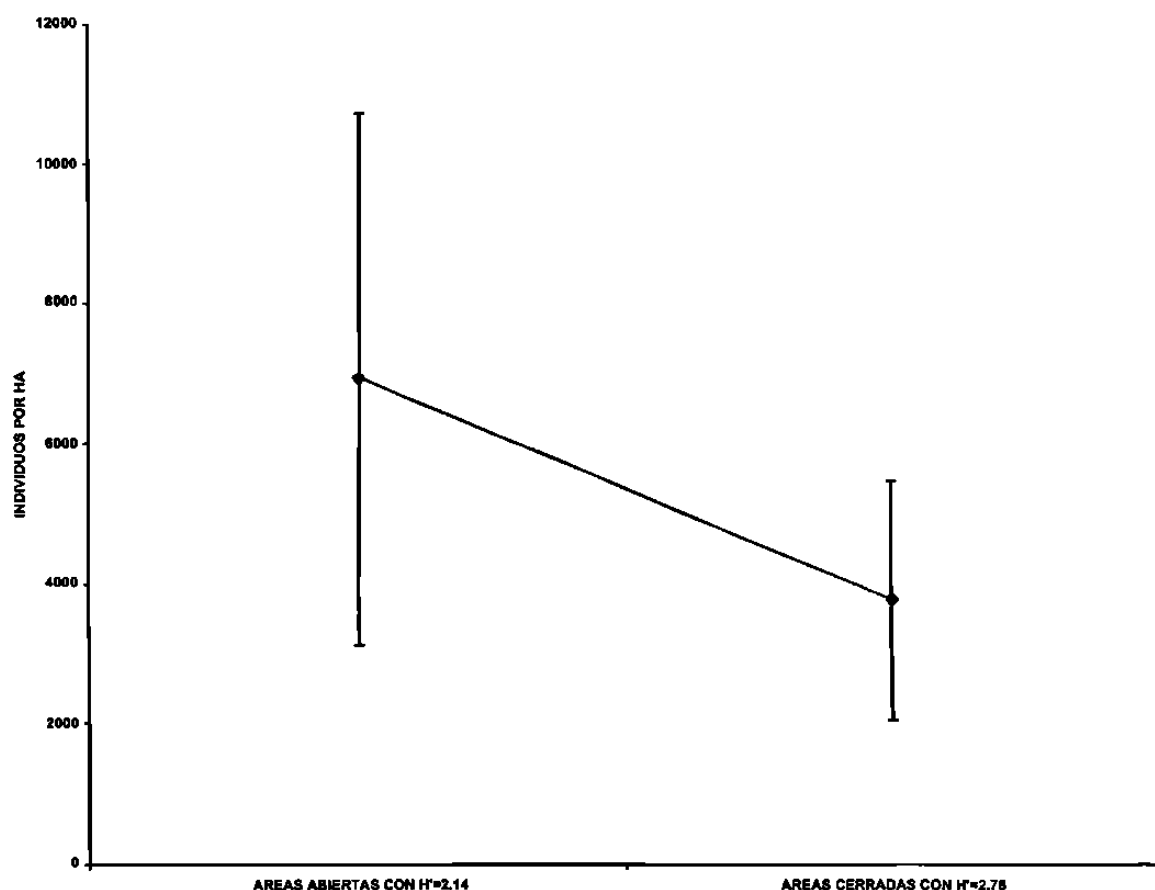


Figura 6: Individuos presentes de *Dioon edule* var *angustifolium* en condiciones contrastantes de cobertura y diversidad.

Como podemos apreciar en la figura anterior, los valores de diversidad son relativamente contrastantes en áreas abiertas comparadas con las áreas cerradas. Considerando los criterios de Gadow (1993, citado por Aguirre, 2000) que dice que el valor H' se incrementa conforme ocurre un mayor número de especies y la proporción de individuos de la misma es homogénea, podemos decir que a mayor valor de diversidad existe mayor riqueza y equitatividad de especies; por lo tanto, en las áreas cerradas predomina una mayor estabilidad florística, ya que presenta un índice de diversidad mayor. En áreas abiertas aunque se tiene un número mayor de especies, éstas no se encuentran distribuidas tan homogéneas como las especies de las áreas cerradas.

4.2.4 Cobertura de *Dioon edule*

La cobertura de *Dioon edule* var *angustifolium* en áreas abiertas va de 5,758.49 m² /ha a 16,817.59 m² /ha, con un promedio de 11,288.04 m² /ha. En áreas cerradas su cobertura es de 3,683.11 m² /ha a 10,699.99 m² /ha, con un promedio de 7,191.55 m² /ha. Como podemos observar la cobertura total promedio en áreas abiertas es por arriba del 110%, mientras que en áreas cerradas la cobertura promedio es solo del 71%.

4.2.5 Valor de importancia de familias

En áreas abiertas.

De 65 familias presentes en estas áreas, el 34% del total de los individuos están contenidos en 5 familias que son Zamiaceae, Gramineae, Incertae saedis 47, Euphorbiaceae e Incertae saedis 58.

Aproximadamente el 70 % de la cobertura es proporcionado por individuos que pertenecen a las familias Zamiaceae, Ebenaceae, Leguminosae, Ulmaceae y Rhamnaceae.

El valor de frecuencia más alto fue de 3.88% de las familias Zamiaceae, Ebenaceae, Leguminosae, Ulmaceae, Rhamnaceae, Boraginaceae y Rutaceae.

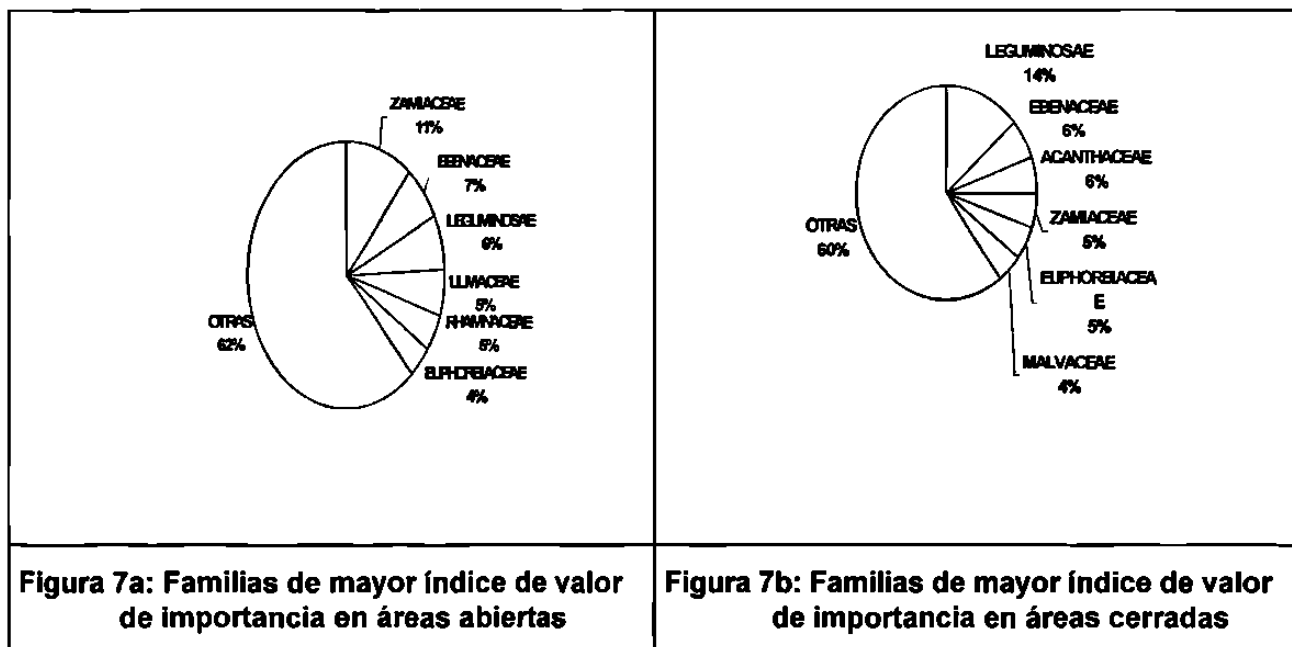
Los primeros lugares en valor de importancia correspondieron a las familias Zamiaceae con 10.98%, Ebenaceae 6.93%, Leguminosae 6.47%, Ulmaceae 5.50% y Rhamnaceae 4.62% (Figura 7a).

En áreas cerradas

Se encontró que entre las especies registradas en estas áreas, aquellas de las familias Leguminosae, Acanthaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae ocupan el 38% de la densidad total de los individuos contenidos en 74 familias de estas áreas. El 46 por ciento de la cobertura es ocupado por Leguminosae, Ebenaceae, Zamiaceae, Euphorbiaceae y Rutaceae.

Los valores máximos de frecuencia fueron de 3.77% presentado por Leguminosae, Ebenaceae, Zamiaceae, Rutaceae, Ulmaceae y Rhamnaceae.

Los primeros lugares en cuanto a valor de importancia lo ocuparon las familias Leguminosae, Ebenaceae, Acanthaceae, Zamiaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae (Figura 7b).



4.2.6 Valor de importancia de especies

En áreas abiertas

Del total de individuos contenidos en 116 especies presentes en estas áreas, cerca del 30% pertenecen solamente a 5 especies, entre ellas *Dioon edule* Var *angustifolium*, *Incertae saedis* 553, *Incertae saedis* 718, *Croton torreyanus* y *Eragrostis* sp.

Alrededor del 65% de la cobertura es proporcionada únicamente por *Dioon edule* var *angustifolium*, *Diospyros texana*, *Celtis pallida*, *Condalia hookeri*, *Acacia rigidula* y *Opuntia lindheimeri*.

De las 116 especies presentes el valor de frecuencia más alto fue de 2.6% presentado únicamente por *Dioon edule* var *angustifolium*, *Diospyros texana*, *Celtis pallida*, *Condalia hookeri*, *Opuntia lindheimeri* y *Zanthoxylum fagara*.

Ocupando los más altos valores de importancia están las especies *Dioon edule* var *angustifolium* 10.55%, *Diospyros texana* 5.86%, *Celtis pallida* 4.59% y *Condalia hookeri* 4.02% (Figura 8a).

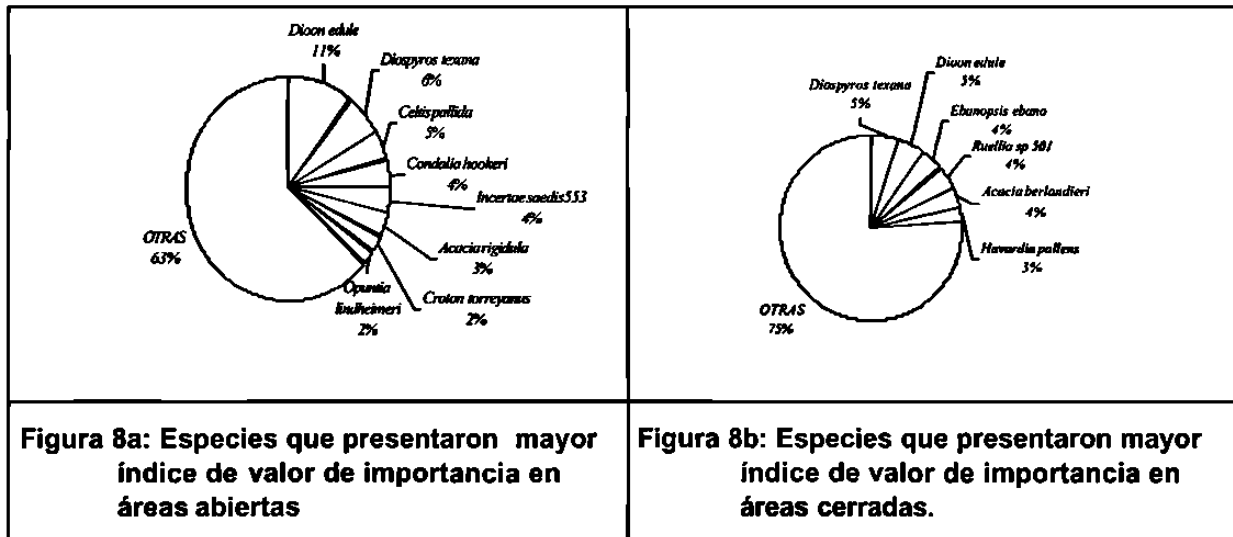
En áreas cerradas

En cuanto a densidad de especies entre *Ruellia* sp 501, *Sida physocalyx* y tres especies clasificadas como *incertae saedis* ocuparon cerca del 30% de los individuos presentes en 106 especies de estas áreas.

Diospyros texana, *Dioon edule* var *angustifolium*, *Ebanopsis ebano*, *Acacia berlandieri* y *Havardia pallens* presentaron el 47% de la cobertura total.

Los valores más altos de frecuencia fue de 2.88 presentado por *Dioon edule* var *angustifolium*, *Havardia pallens*, *Celtis pallida*, *Zanthoxylum fagara* y *Condalia hookeri*.

Los valores más altos de importancia fueron ocupados por *Diospyros texana* con 4.99%, *Dioon edule* var *angustifolium* 4.82%, *Ebanopsis ebano* 4.11%, *Ruellia sp501* 3.98%, *Acacia berlandieri* 3.66% y *Abardia pallens* 2.60% (Figura 8b).



La apreciación de los resultados en cuanto a valor de importancia de las especies y familias acompañantes de *Dioon edule* var *angustifolium* en dos ambientes contrastantes, nos permitieron observar que en áreas abiertas la familia Zamiaceae (*Dioon edule* var *angustifolium*) es la especie de mayor valor de importancia, seguido en cuanto a familia por Ebenaceas y en cuanto a especies por *Diospyros texana*. Aunque en estas áreas abiertas el número de especies es mayor, el porcentaje de valor de importancia correspondiente a *Dioon edule* var *angustifolium* presentó una diferencia muy alta con respecto al valor de importancia de la especie inmediata superior. En áreas cerradas la familia Zamiaceae desciende hasta cuarto lugar, ocupando el segundo con respecto a especies, antecedido únicamente por *Diospyros texana*.

En el presente estudio se pudo comprobar que, la altitud aunado a la cobertura de especies arbóreas, presentan efectos importantes en las densidades presentes de *Dioon edule* var *angustifolium*.

Las especies acompañantes de mayor valor de importancia, en su gran mayoría fueron de distribución tropical y sólo algunas cosmopolitas, aunque en comparación de áreas cerradas y áreas abiertas, se presentaron más especies cosmopolitas en áreas abiertas que en áreas cerradas, mientras que en áreas cerradas se presentó un número más alto de especies tropicales (Ver Anexo I).

4.2.7 Distribución espacial

La forma general de distribución de las poblaciones de *Dioon edule* var *angustifolium* (estrategia de adaptación), tanto en áreas abiertas como en áreas cerradas, es tendiente a la formación de grupos en forma de una espiral, con una orientación norte-sur, presentando espacios en blanco al interior, semejando pequeños puentes biológicos entre ellos. En ambas áreas se pueden encontrar formando grupos entre individuos del mismo sexo y más acentuada hacia las áreas abiertas, donde la proporción es de 57 % machos y 43% hembras, en ambos casos con una desviación estándar de $\pm 6\%$ (Figura 9).

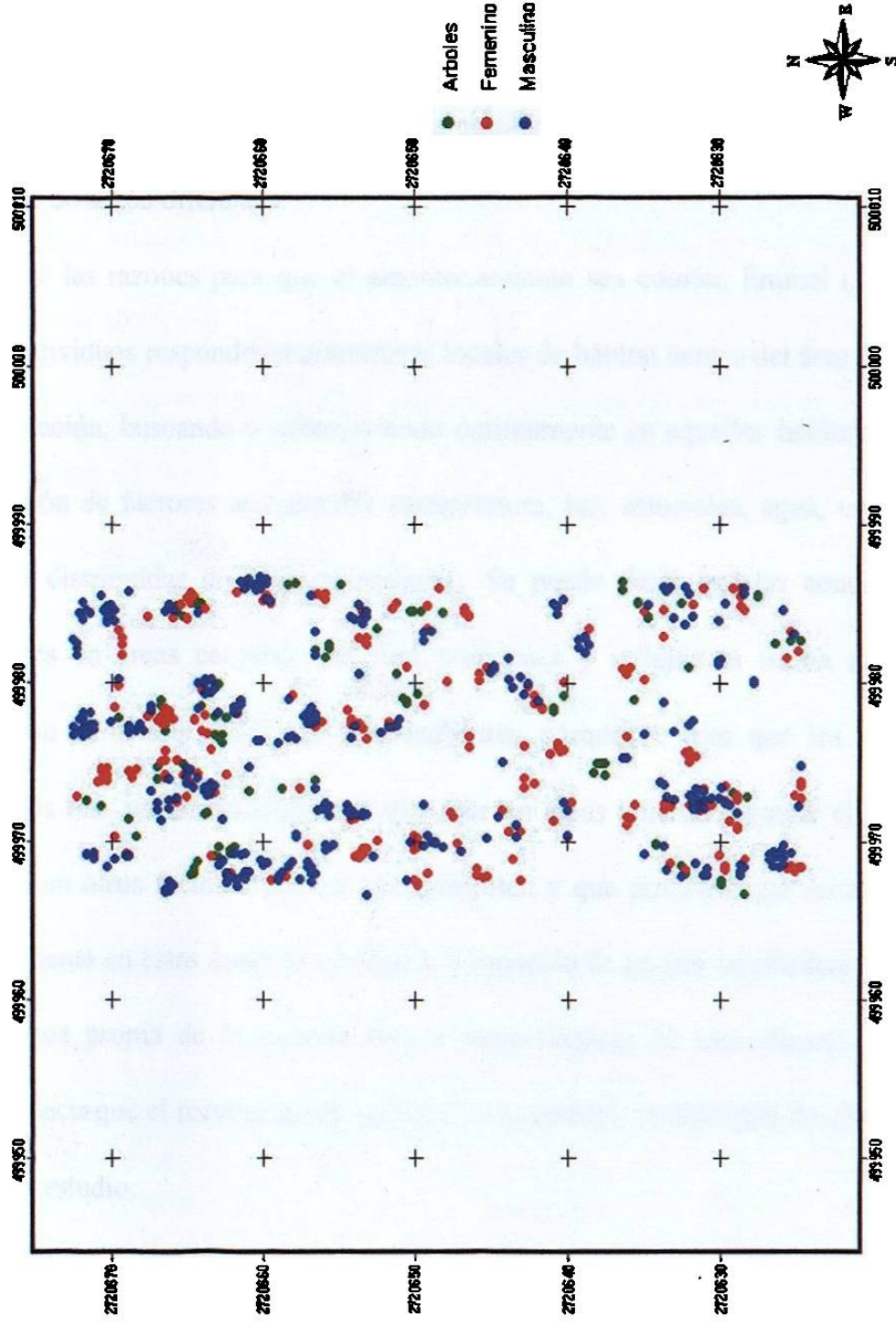


Figura 9: Distribución espacial de *Dioon edule* var *angustifolium* y especies arbóreas.

En áreas abiertas la formación de grupos se puede apreciar con relativa claridad comparado con áreas cerradas, donde la formación de grupos es menos marcado; se puede decir que la tendencia a la formación de grupos entre individuos de la esta especie se mantiene en ambos ambientes. Se presentan cambios solamente en cuanto a la agregación de machos y hembras, que en áreas abiertas muchos machos se encuentran rodeando a pocas hembras, mientras que en ambientes cerrados existe una distribución aleatoria entre individuos de sexos diferentes.

Entre las razones para que el amontonamiento sea común, Emmel (1975) que dice que los individuos responden a diferencias locales de hábitat dentro del área de distribución de la población, buscando o sobreviviendo óptimamente en aquellos hábitats con la mejor combinación de factores ambientales (temperatura, luz, minerales, agua, etc.), y que rara vez están distribuidas de manera uniforme. Se puede decir que las condiciones de las poblaciones en áreas cerradas son más uniformes y reflejan la forma más creíble de distribución de *Dioon edule* var *angustifolium*, porque se cree que los recursos están distribuidos más uniformemente, mientras que en áreas abiertas, aunque el recurso luz es total, existen otros factores por los que compiten y que posiblemente no está distribuido uniformemente en estas áreas, por lo que la formación de grupos no obedece solamente a la característica propia de la especie sino a otros factores de competencia. Por lo tanto, podemos decir que el recurso sol no influye en la conducta poblacional de distribución de la especie en estudio.

4.2.8 Aspectos fenológicos y sanitarios

La riqueza y cobertura de especies acompañantes del *Dioon edule* var *angustifolium* comparadas con algunos parámetros como densidad, cobertura, tamaño de fronda, altura promedio y aspectos sanitarios de la especie de interés, nos permiten formar criterios sobre las condiciones requeridas por esta última para un posible manejo con fines de conservación. Tal es el caso de la comparación de los aspectos fenológicos de la especie de interés entre las áreas abiertas y áreas cerradas. Aunque presentan en su gran mayoría diferencias poco significativas, en los casos de conos masculinos y porcentaje de hojas manchadas muestran un cambio drástico en las áreas abiertas y cerradas. El porcentaje de conos masculinos presentes disminuye de 42% a 19 % al pasar de áreas abiertas a áreas cerradas. Por otro lado, el porcentaje de hojas manchadas aumenta de 14.5 a 21 % al pasar de áreas abiertas a áreas cerradas como se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Muestra las diferencias encontradas al pasar de áreas con menor a mayor presencia de cobertura de especies arbóreas.

	AREAS ABIERTAS CON H'=2.14		AREAS CERRADAS CON H'=2.78	
	promedio□	±1 desvest□	promedio□	±1 desvest□
<i>Dioon edule</i> var <i>angustifolium</i> □				
% de plantas femeninas	43	6	40	6
% de plantas masculinas□	57□	6□	60□	6□
% de individuos con conos presentes□	9.8□	12□	9.3□	12.7□
% de conos femeninos presentes□	28□	18□	28□	19□
% de conos masculinos presentes□	42□	32□	19□	19□
% de hojas despuntadas	3	1.7	2	0.8
% de hojas defoliadas□	2.37□	0.8□	3□	2□
% de hojas heladas□	11.5□	10.9□	7□	8□
% de hojas manchadas□	14.5□	12□	21□	19□
% de hojas sanas□	71.7□	10□	66□	14□

4.2.9 Índice de equitatividad A

El perfil de especies A presentó valores de 2.8 ± 0.1 a 2.1 ± 0.5 , donde A max va de 7.5 ± 0.4 a 7.0 ± 0.7 , cuyo índice de equitatividad es de 0.4 ± 0.0 a 0.3 ± 0.1 al pasar de áreas cerradas a áreas abiertas, como se puede observar en las Tablas 5a y 5b.

La distribución vertical de las especies dentro de estas dos comunidades nos muestra que en las áreas abiertas las especies se concentran hacia uno o dos estratos, mientras que en áreas cerradas son más las especies que se encuentran distribuidas en los tres estratos. Esto se refleja en los valores bajos del índice de equitatividad A para las áreas abiertas; en contraste, los valores altos de las áreas cerradas indican una distribución más equitativa de las especies en los tres estratos (ver anexo II de especies presentes por estratos).

Tabla 5a: Muestra los valores de A, A max e índice de equitatividad en áreas cerradas

Nombre del sitio	Perfil de sp. A	A max	Equitatividad
CH01	2.8	8.0	0.3
CH04	3.0	7.5	0.4
CH07	2.8	7.3	0.4
CH08	2.7	7.3	0.4
Promedio	2.8	7.5	0.4
Desviación estándar	0.1	0.4	0.0

Tabla 5b: Muestra los valores de A, A max e Índice de equitatividad en áreas abiertas

Nombre del sitio	Perfil de sp. A	A max	Equitatividad
CH02	1.3	6.0	0.2
CH03	2.4	7.7	0.3
CH05	2.3	7.1	0.3
CH06	2.4	7.3	0.3
Promedio	2.1	7.0	0.3
Desviación estándar	0.5	0.7	0.1

4.2.9 Valor de importancia en los diferentes estratos

La frecuencia, abundancia y dominancia de cada una de las especies en cada uno de los estratos en las áreas de estudio, nos permitió determinar el valor de importancia de cada una de las especies presentes desde el punto de vista de la estructura vertical (anexo III).

En áreas abiertas

En las áreas abiertas las especies que presentaron un mayor valor de importancia son *Dioon edule* var *angustifolium* con 10.5%, seguido por *Diospyros texana* con 6.5%, encontrándose *Celtis pallida*, *Condalia hookeri*, *Incertae saedis 553*, *Acacia rigidula*, *Croton torreyanus*, *Incertae saedis 718*, *Pellaea ovata*, *Opuntia lindheimeri*, *Eragrostis sp* con valores entre 2 y 5% y 104 especies con valor de importancia menores de 2% como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6: Valor de importancia de las especies en áreas abiertas

ESPECIES	VI%
<i>Dioon edule</i> var. <i>angustifolium</i>	10.5
<i>Diospyros texana</i>	6.5
<i>Celtis pallida</i>	4.7
<i>Condalia hookeri</i>	4.1
<i>Incertae saedis</i> 553	4.0
<i>Acacia rigidula</i>	3.6
<i>Croton torreyanus</i>	3.0
<i>Incertae saedis</i> 718	2.4
<i>Pellaea ovata</i>	2.1
<i>Opuntia lindheimeri</i>	2.0
<i>Eragrostis</i> sp	2.0
Otras	80.1

En áreas cerradas

En las áreas cerradas los mayores valores de importancia desde el punto de vista de estructura vertical mostraron que *Diospyros texana*, *Ebanopsis ebano*, *Dioon edule* var. *angustifolium* y *Ruellia* sp 501 se presentaron en un grupo puntero cuyos valores van entre 4 y 5.1%, seguidos por *Acacia berlandieri*, *Malpighia glabra*, *Incertae saedis* 206, *Sida physocalyx*, *Havardia pallens*, *Incertae saedis* 201, *Celtis pallida* y *Mimosa malacophylla* con valores de 2 a 3.4% y siendo ocupado el 63.9% por 93 especies que presentaron valores de importancia menores a 2% (Tabla 7).

Tabla 7: Orden de importancia de las especies en áreas cerradas

ESPECIES	VI%
<i>Diospyros texana</i>	5.1
<i>Ebanopsis ebano</i>	4.2
<i>Dioon edule</i> var. <i>angustifolium</i>	4.1
<i>Ruellia</i> sp 501	4.0
<i>Acacia berlandieri</i>	3.4
<i>Malpighia glabra</i>	2.3
<i>Incertae saedis</i> 206	2.3
<i>Sida physocalyx</i>	2.3
<i>Havardia pallens</i>	2.2
<i>Incertae saedis</i> 201	2.1
<i>Celtis pallida</i>	2.0
<i>Mimosa malacophylla</i>	2.0
Otras	63.9

4.2.10 Estructura demográfica de las poblaciones de *Dioon edule* var *angustifolium*

La estructura demográfica de las poblaciones nos permite apreciar la conducta poblacional de la especie en estudio y de esta manera observar su estabilidad, su crecimiento o decadencia. En este caso la estructura de edad de las poblaciones de *Dioon edule* var *angustifolium* en áreas abiertas comparadas con las de áreas cerradas, nos permite apreciar que las poblaciones en áreas abiertas y en áreas cerradas tienen una distribución similar a una J invertida, que se considera una curva de edades normal para una población en crecimiento. Sin embargo, si se observa con mayor detalle, se aprecia que las poblaciones de áreas cerradas presentan una mayor frecuencia de individuos en la categoría de 11 años, presentando cero individuos en la categoría de 705 años. Las poblaciones de áreas abiertas aunque con menor frecuencia de individuos en la categoría de los 11 años, presenta mayor frecuencia de individuos en las categorías subsiguientes e incluso presenta individuos mayores de 700 años de edad.

Basándose en estos resultados podemos decir que las poblaciones de áreas abiertas están menos adaptadas a ese medio, considerando algunos criterios de estabilidad y adaptación recomendados por Emmel (1975) que dice que las variantes genéticas con mayor descendencia en promedio son mejor adaptados que aquellas con menor descendencia. Considerando los resultados obtenidos y el historial de adaptación de las plantas a los cambios climáticos a través del tiempo, podría decirse que esta especie requiere de condiciones de sombra en las primeras etapas de crecimiento, que posiblemente las tuvieron en donde actualmente son áreas abiertas y que por una u otra razón las especies pioneras desaparecieron cuando dichas poblaciones ya habían formado un micro-hábitat, que ha facilitado el establecimiento de nuevas plantas, las suficientes para que estas poblaciones no desaparezcan (Figura 10). Además según Emmel

(1975), el crecimiento de la población es el aumento en el número de individuos que forman una agregación. Esto no es necesariamente el resultado de un mayor número de nacimientos que de defunciones, sino que puede ser causado por una supervivencia aumentada por la llegada a la región de nuevos organismos de la especie considerada o por otros factores. El crecimiento de la población sin aumento de emigración o sin eliminación por otros medios, produce un aumento de densidad, que es sencillamente el volumen de la población dentro de una unidad determinada de espacio.

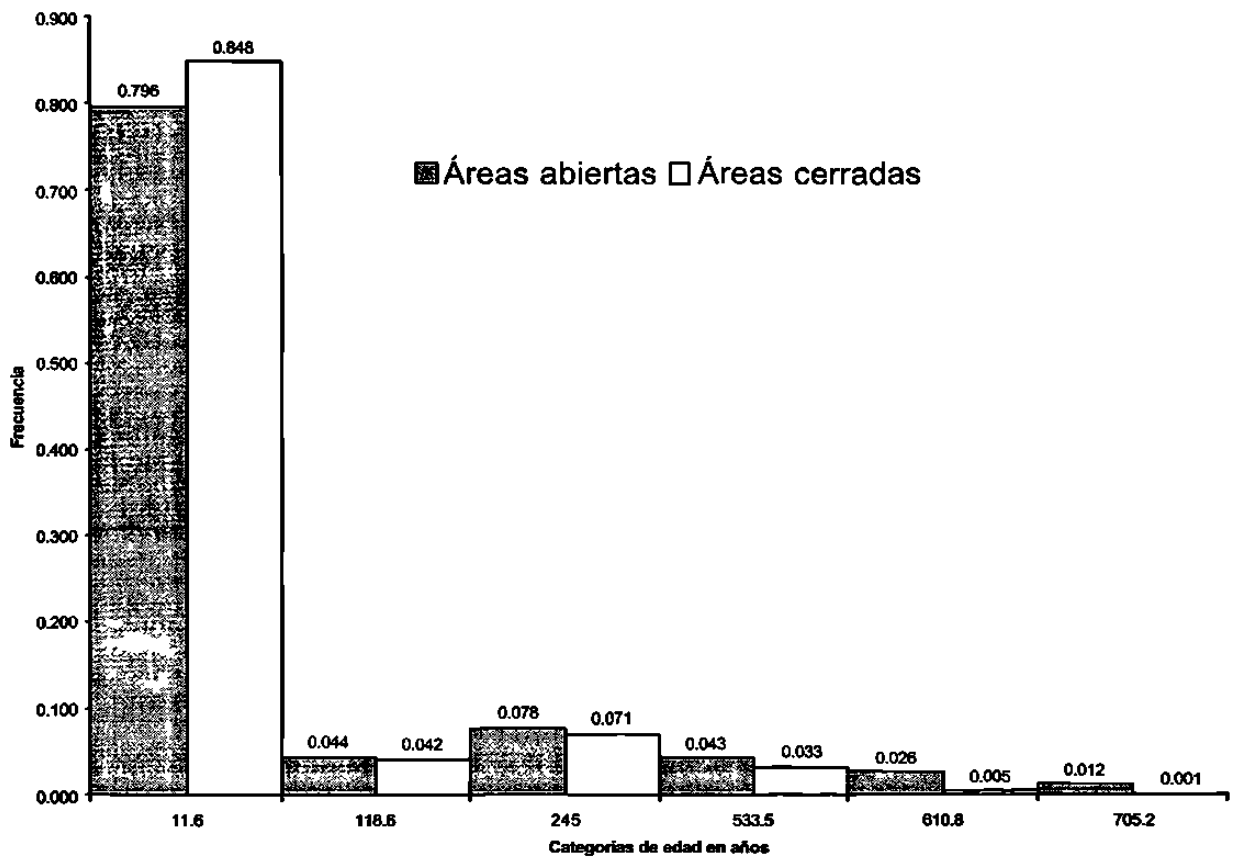


Figura 10: Distribución de frecuencia por categoría de edad de *Dioon edule var angustifolium* en áreas abiertas y en áreas cerradas

La estructura vertical de las poblaciones de *Dioon edule var angustifolium* en condiciones contrastantes de diversidad presentaron valores de coeficientes de correlación desde -0.52 hasta 0.38, mientras que con cobertura de especies arbóreas los valores obtenidos fueron de -0.165 a 0.167 como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8: Coeficientes de correlación r de diversidad y cobertura de especies arbóreas con porcentaje de individuos presentes por categorías de altura.

ALTURA EN MTS	DIVERSIDAD	COBERTURA DE SP ARBOREAS
0.01-0.20	0.07	0.167
0.21-0.40	0.38	-0.165
0.41-0.60	0.36	0.026
0.61-0.80	-0.50	-0.11
0.81-1.0	-0.52	0.012
1.01-1.20	0.032	0.05
1.21-1.40	0.22	-0.035
1.41-1.60	0.33	0.125
1.61-1.80	-0.05	-0.126
1.81-2.0	-0.20	0.112

4.2.11 Análisis general de las poblaciones

La Figura 11 muestra la proyección promedio de categorías de 4,260 plantas de *Dioon edule var angustifolium* en 8,000 m² de muestreo en la Sierra de San Carlos Tamaulipas. Como se puede observar, estas poblaciones presentan una distribución en forma de J invertida lo cual indica que a pesar de el impacto por pastoreo y destrucción de las áreas naturales, las

poblaciones naturales de *Dioon edule* en la Sierra de San Carlos muestran características de una población en crecimiento normal; aunque se pueden apreciar en las categorías intermedias que para ser una distribución completamente en forma de J invertida los valores de frecuencia en dichas clases son por debajo de lo esperado.

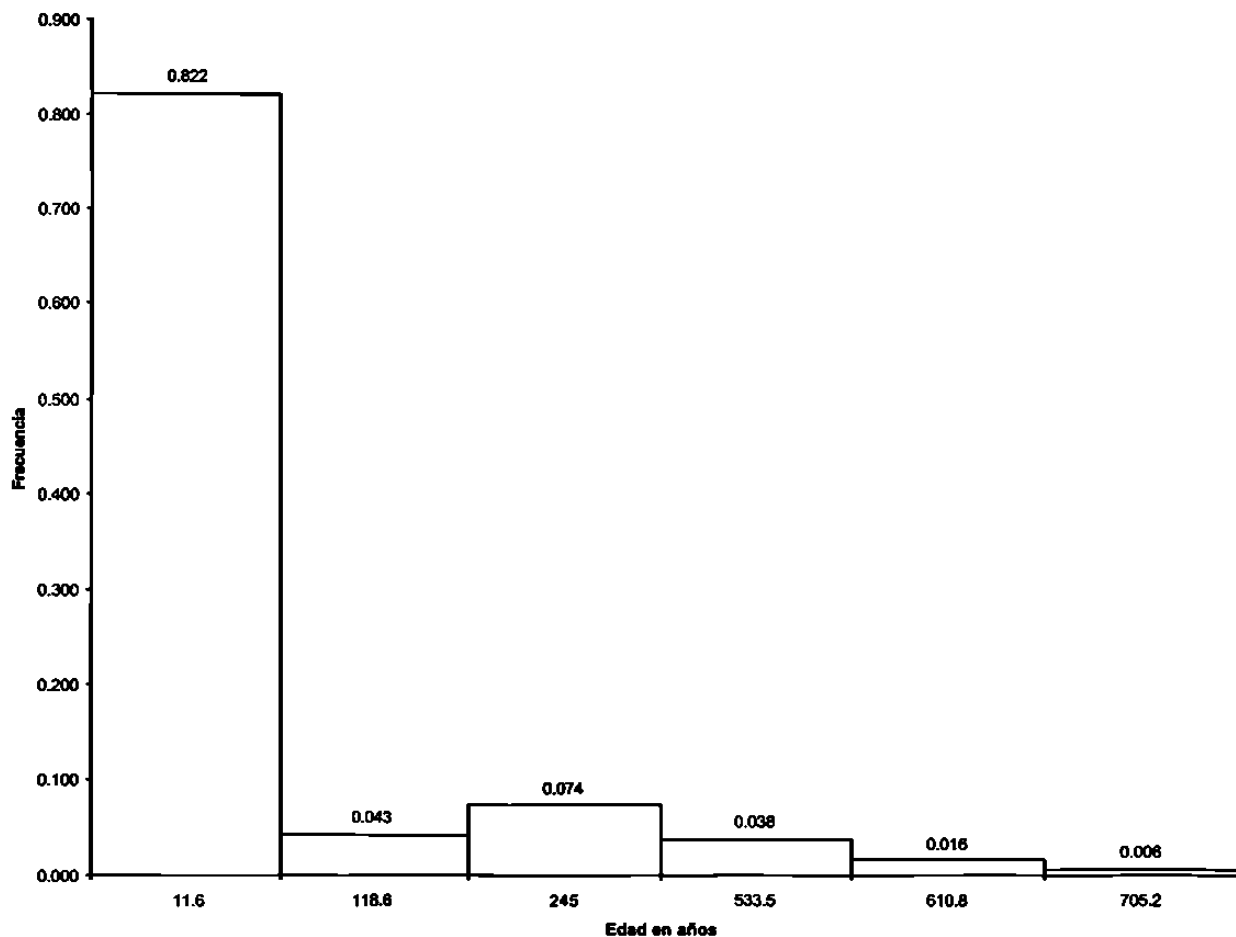


Figura 11: Proyección promedio de categorías de alturas de 4260 plantas de *Dioon edule* var *angustifolium* en 8,000 m² de muestreo en la Sierra de San Carlos Tamaulipas

4.2.10 Entomofauna de las semillas y plantas del *Dioon edule*

La información obtenida del material identificado en el laboratorio de entomología de la Facultad de Ciencias Forestales de La Universidad Autónoma de Nuevo León fue el siguiente:

En semillas perforadas se encontraron emergiendo larvas y adultos de coleópteros de la familia de los Crisomélidos. Un número considerable de adultos de este insecto se encontró en hojas de individuos jóvenes de *Dioon edule*, cuyo daño se denomina como hojas esqueletonizadas.

En semillas removidas por fauna, se encontraron barrenadores de semillas de la familia Tenebrionidae (Identificado por el MC Florentino Caldera).

En semillas almacenadas que tuvieron un proceso de destegumentación manual, se presentaron después de algunos meses picudos barrenadores de la familia Curculionidae (Identificado por el MC Florentino Caldera).

Durante los recorridos de campo se observaron grandes brotes de larvas defoliando parcial o totalmente individuos de *Dioon edule*. Dichas larvas fueron identificadas como larvas de lepidópteros de la familia Lycaenidae, del género *Emaeus debora* (Identificado por el MC Florentino Caldera).

Estos resultados coinciden en gran parte con los obtenidos por Sheridan (1983) quien encontró dos depredadores que son: Larvas de lepidópteros de la familia Lycaenidae, *Emaeus debora* H.B.N. defoliador (de abril a junio), así Ortopoterios de la familia Tettigonidae defoliador (septiembre y octubre); también observó durante los meses de septiembre a octubre un gran número de pequeñísimos coleópteros en el microstróbilo maduro en todas sus etapas de

desarrollo (larva, pupa y adulto), los cuales pertenecen a la familia Allocorynidae (super familia Curculionidae) y al genero único *Rhophalotria* (sinónimo *Allocorynus*) el cual se ha encontrado exclusivamente en los microstróbilos de cícadas.

4.3 Pruebas de germinación y emergencia *ex situ*.

4.3.1 Germinación en medio controlado

Como se observa en la figura 12, durante el desarrollo de la prueba de germinación en medio controlado, se presentaron efectos por tratamiento después de los 4 días de este proceso y durante todo el período que duró la prueba, siendo en todo momento el tratamiento T1 semillas con el embrión horizontal el que mantuvo los porcentajes de germinación más altos.

Se presentaron efectos por tratamiento desde el cuarto día de desarrollo de la prueba, la comparación de medias en esta fecha indicó que los tratamientos T1 de semillas con el embrión horizontal con 52% de germinación y T2 semillas colocadas con el embrión hacia abajo con 47% de semillas germinadas fueron los mejores (ver anexo IV).

A los 11 días, el análisis de varianza arrojó diferencias entre tratamientos de $F=4.2$ y una probabilidad de que sean iguales ($P=0.05$), la media más alta fue la del tratamiento 1 (T1) de semillas con el embrión horizontal con un 84% de semillas germinadas (ver anexo IV).

Hacia el final de la prueba a los 18 días se presentaron efectos por tratamientos de $F=6.8$ y $P=0.02$, considerando un nivel de significancia = 0.05; la media más alta con 85% de germinación fue del tratamiento 1 (T1), semillas con el embrión horizontal, la cual es estadísticamente igual con la media de T2 de semillas con el embrión hacia abajo, que presentaron el 79% de germinación, pero diferente a T3 de semillas con el embrión hacia arriba, que presentó 72% de germinación.

Esto indica que a pesar de que el análisis de variánza arrojó diferencias entre tratamientos con una probabilidad de que sean iguales menor a 0.5; la diferencia de medias indica que estos tratamientos son estadísticamente iguales para esta fecha (ver Tabla 9 y anexo IV).

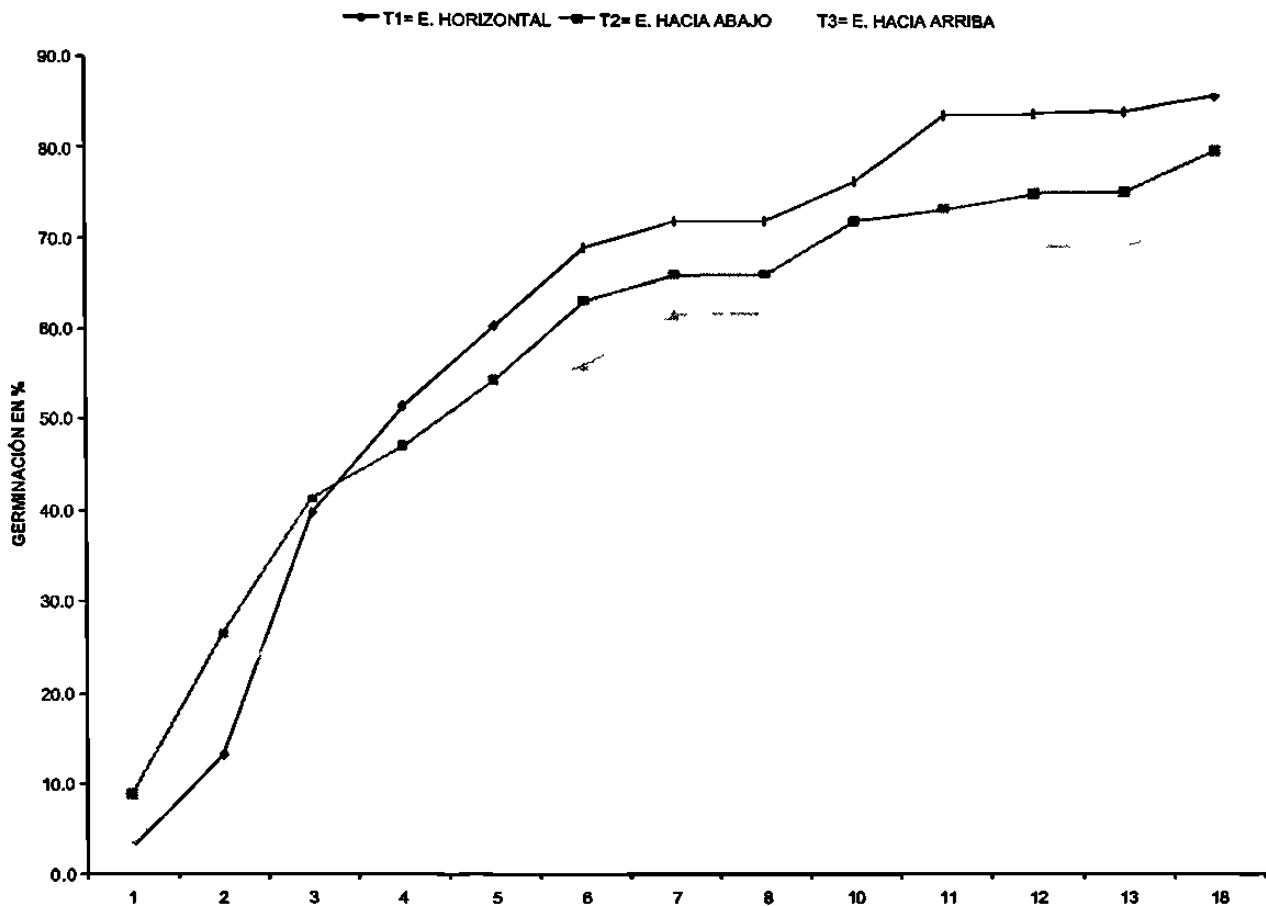


Figura 12: Germinación de *Dioon edule* var *angustifolium* en medio controlado.

Tabla 9: Comparación de medias de germinación en el tiempo en días

TRATAMIENTO	5	6	7	8	10	11	12	13	18
E. HORIZONTAL	10.25 a	11.75 a	12.25 a	12.25 a	13 a	14.25 a	14.25 a	14.25 a	14.5 a
EMBRION HACIA ABAJO	9.25 a	10.75 a	11.25 a	11.25 a	12.25 a	12.5 a b	12.75 a b	12.75 a b	13.5 a b
EMBRION HACIA ARRIBA	9.0 a	9.5 a	10.5 a	10.5 a	11* a	11.5 b	11.75 b	11.75 a b	12.25 a b
DMS	3.43	5.02	2.53	2.53	2.31	2.18	1.94	2.01	1.39

4.3.2 Germinación en vivero

El análisis de varianza bifactorial presentó diferencias entre tratamientos para posiciones de semilla desde el día 4 hasta el día 76, con probabilidades $P < 0.05$, que indica una certeza de 95% de que realmente las diferencias son por el efecto de los tratamientos y no por otras causas durante los días 32-41 y 55-67, siendo en el primer periodo, cuando presenta mayores efectos por tratamiento F. Los factores sol y sombra presentaron efectos por tratamientos más altos durante los días 37-41 pero no llega a tener un nivel de significancia P aceptable. Durante los días 4-34 se observaron tendencias interactivas respondiendo en mayor grado las semillas colocadas de manera horizontal al pasar de sol a sombra, mientras que las semillas con el embrión hacia abajo permanecieron en cero en ambas condiciones. De los días 37-41 se observaron tendencias aditivas, presentándose incrementos similares con semilla horizontal al pasar de sol a sombra, comparadas con semillas colocadas con el embrión hacia abajo. En el resto del experimento de 44-76 días se presentaron tendencias interactivas, con aumento en la germinación al pasar de sombra a sol, cuando la posición de la semilla es horizontal, comportándose de manera inversa cuando la posición de la semilla es con el embrión hacia abajo (Figura 13).

Estos resultados indican que las semillas no son fotoblásticas para la germinación, es decir, que la calidad de la radiación solar no produce un efecto dormante a las semillas de *Dioon edule* var *angustifolium* según algunos criterios de Niembro (1986).

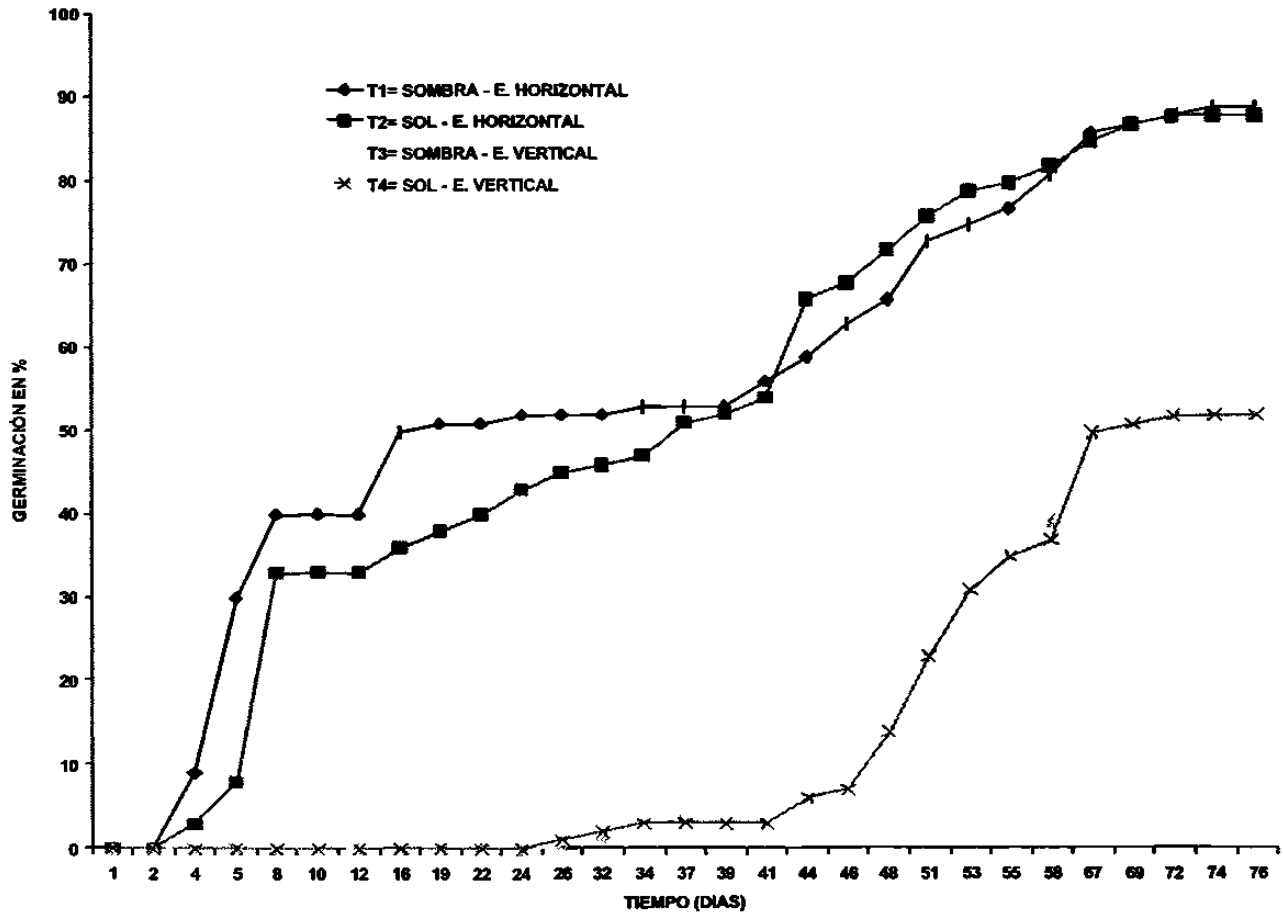


Figura 13: Geminación de *Dioon edule* var *angustifolium* considerando posiciones de semilla y condiciones iluminación.

4.3.3 Emergencia de la primera hoja en vivero

Los porcentajes de emergencia presentaron efectos por tratamientos a partir de los 19 días en cuanto a posición de semillas. A los 24 días continuó presentando efectos por tratamientos en cuanto a posiciones de semillas, pero ahora con una probabilidad de que estos no sean iguales menor a 0.05, siendo hasta los días 34-37 cuando presenta diferencias altamente significativas de p menores a 0.01 en cuanto a las posiciones de semillas y condiciones de iluminación, presentando además efectos interactivos. De los 39 hasta los 76 días posteriores se obtuvieron diferencias altamente significativas en cuanto a posiciones y condiciones de iluminación, presentándose efectos interactivos nuevamente durante los días 67-69. Cabe mencionar que durante todo el proceso de germinación donde no se presentaron efectos interactivos se presentaron efectos aditivos de posiciones de semillas a las condiciones de iluminación (Figura 14).

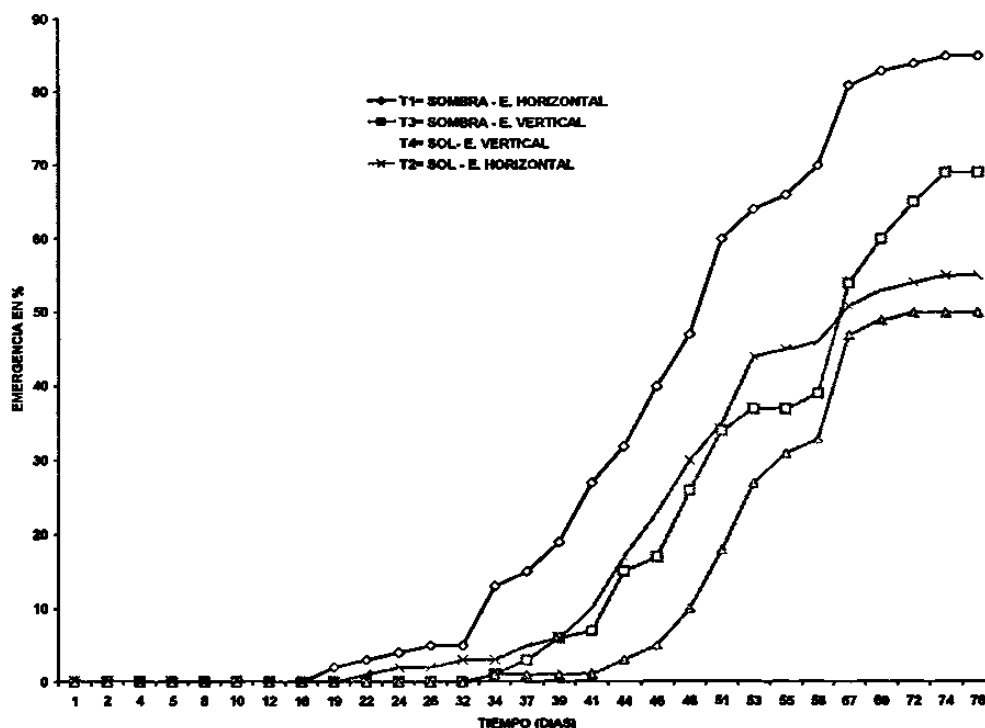


Figura 14: Emergencia de *Dioon edule* var *angustifolium* através del tiempo en condiciones contrastantes de iluminación.

4.3.4 Crecimiento en vivero

El crecimiento de *Dioon edule* var *angustifolium* a 8 meses bajo las condiciones de iluminación y posiciones de semillas, presentó diferencias altamente significativas para posiciones de semillas, condiciones de iluminación y efectos interactivos con probabilidades de error menores a $P < 0.01$. El tratamiento con mayor tasa de crecimiento promedio fue el de plantas provenientes de semillas colocadas de manera vertical y en condiciones de sombra con 2.15 cm de crecimiento mensual (Figura 18).

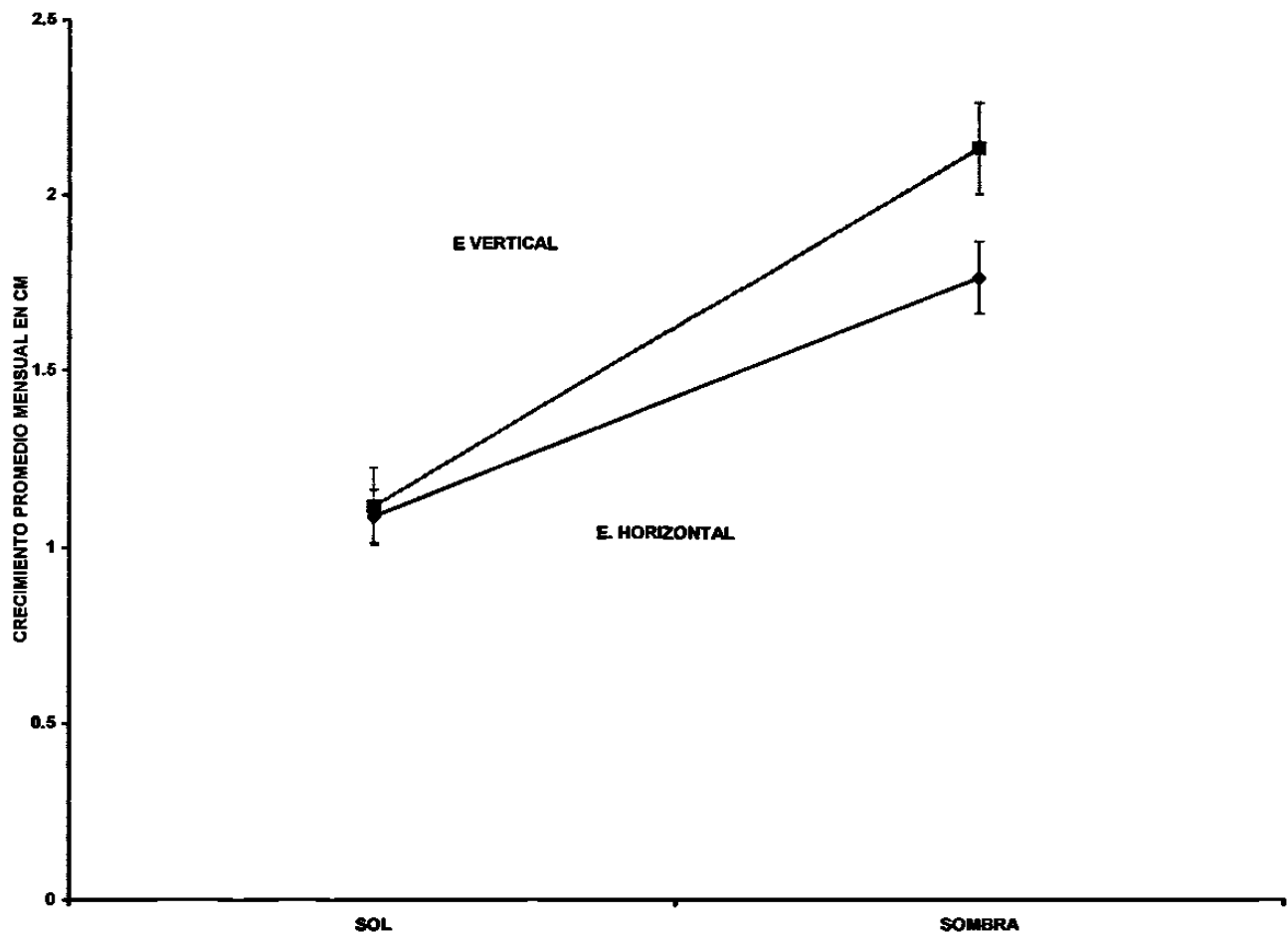


Figura 15: Crecimiento de *Dioon edule* var *angustifolium* en condiciones de iluminación y posición de semillas en 8 meses

4.3.5 Sobrevivencia en vivero

Los porcentajes de sobrevivencia evaluados a 8 meses presentaron efectos por tratamientos de F mayores a uno para posiciones de semillas, condiciones de iluminación y efectos interactivos, presentando niveles de significancia menores a 0.05 solamente para posiciones de semillas y condiciones de iluminación. El tratamiento con un promedio más alto de sobrevivencia fue el de semillas colocadas de manera vertical y en condiciones de sombra (Figura 16).

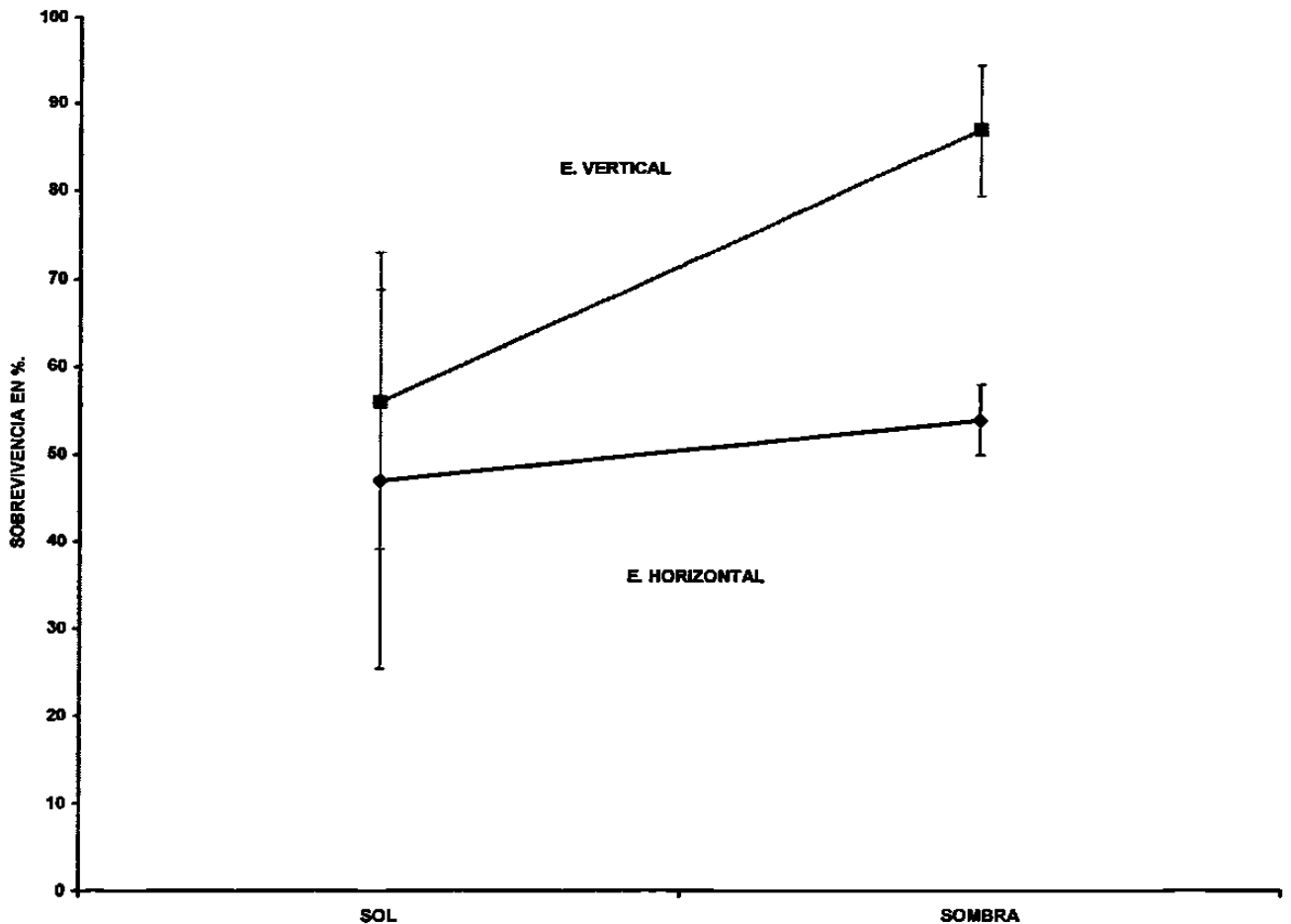


Figura 16: Sobrevivencia de *Dioon edule* var *angustifolium* en condiciones contrastantes de iluminación y posiciones de semilla.

4.3.6 Crecimiento en condiciones de sombra

El crecimiento de *Dioon edule* var *angustifolium* observada en 7 meses en condiciones de sombra, presentó diferencias altamente significativas en cuanto a los tipos de substratos, pero no así para las profundidades de siembra. Las medias más altas fueron las de los tratamientos de tierra de monte, perlita y osmocot, tanto a uno como a cinco centímetros de profundidad, presentando una tasa de crecimiento a 7 meses de 2.2 y 2.25 cm mensuales respectivamente (Figura 17).

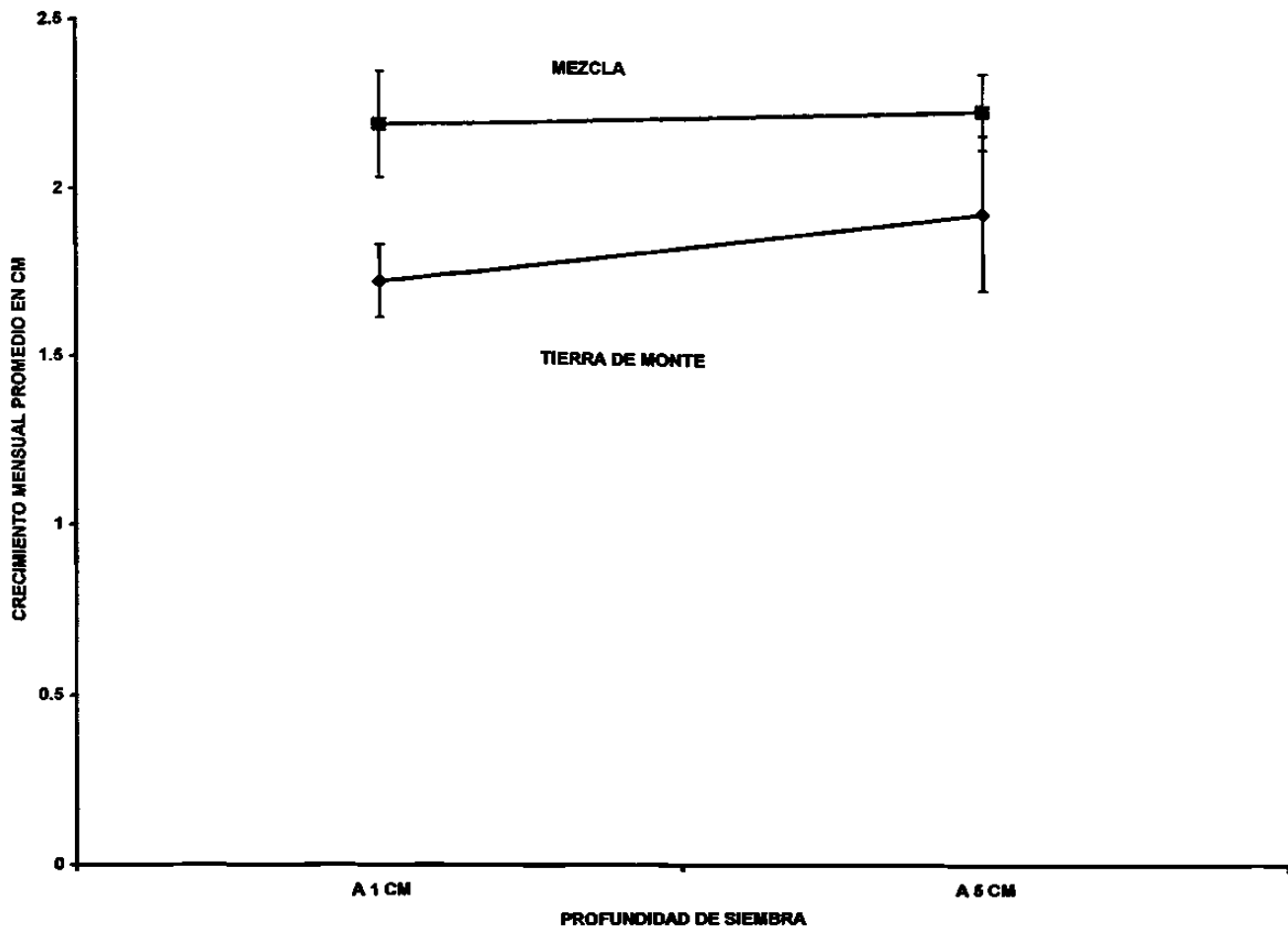


Figura 17: Crecimiento de *Dioon edule* var *angustifolium* en dos profundidades de siembra y dos tipos de substratos.

4.3.7 Supervivencia en condiciones de sombra

Los porcentajes de supervivencia presentados por *Dioon edule* var *angustifolium* a 7 meses de la siembra fueron significativamente diferentes sólo para profundidades de siembra $p < 0.05$, no presentando diferencias significativas con respecto a los tipos de sustratos utilizados (Figura 21).

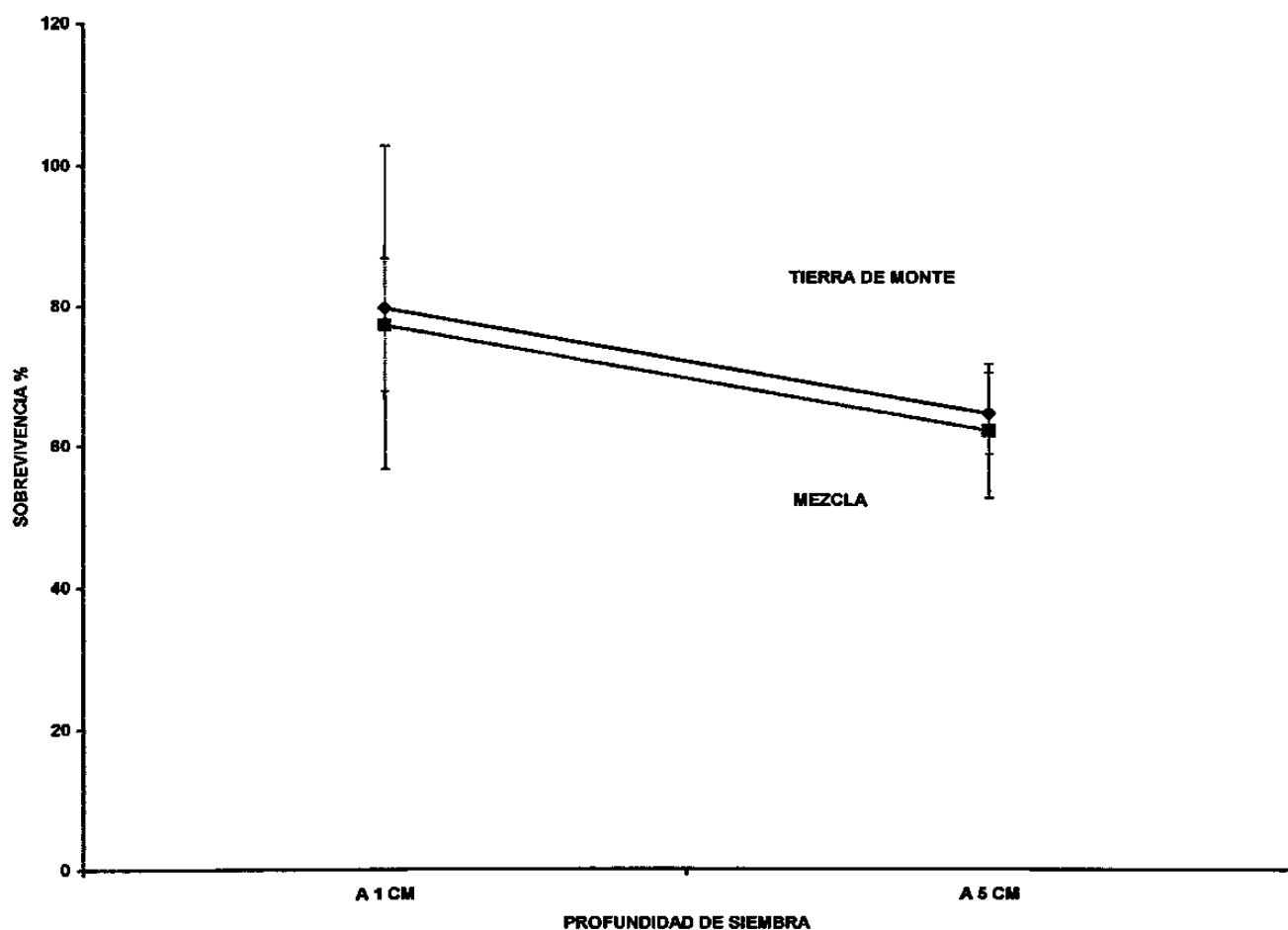


Figura 21: Porcentajes de supervivencia de *Dioon edule* var *angustifolium* en dos profundidades de siembra y dos tipos de sustratos en 7 meses.

5. CONCLUSIONES

5.1 Distribución

La presencia de *Dioon edule* var *angustifolium* en la parte baja de la Sierra de San Carlos, su asociación con los bosques ralos de encinos en etapas de desarrollo avanzados, dan a las poblaciones más densas de *Dioon edule* una belleza escénica incomparable. Aunado a ello, la ubicación de las poblaciones al margen de escurrideros, arroyos intermitentes y permanentes y la cercanía de éstos a las principales vías de comunicación, hacen que estas áreas presenten un potencial que daría pie a un desarrollo ecoturístico de la región.

Hasta la fecha dichas áreas han sido erróneamente destinados a las actividades agrícolas y pecuarias, destruyendo la vegetación nativa y desaprovechando otras alternativas de uso integrado como la ecoturística y/o agroforestal.

5.2 Estructura y relaciones Ecológicas

La forma de distribución, el orden de importancia y relaciones encontradas en las áreas estudiadas, nos permiten determinar criterios adecuados para manejar la cobertura de las especies acompañantes del chamal, concordantes con los fines de conservación. En caso de recuperación de áreas perdidas (reforestación) se debe considerar además de la cobertura, el valor de importancia que tienen las especies acompañantes, la diversidad y su estrategia de distribución.

5.3 Germinación y emergencia *ex situ*

Las condiciones de reproducción de las semillas del *Dioon edule* var *angustifolium* dependen en gran medida de la disponibilidad de humedad y oxigenación en el embrión para la germinación, así como la exposición de éstas al sol.

Las formas de reproducción probadas permiten elegir sobre el manejo en campo y manejo en vivero de la especie. Esta es una línea de investigación que merece apoyo, ya que desde el punto de vista forestal y global representa gran potencial.

Todos los puntos tratados en el presente trabajo representan un cúmulo de oportunidades de desarrollo ecoturístico y/o agroforestal para la región de San Carlos Tamaulipas y localidades en donde se encuentre distribuida la especie de interés.

6. RECOMENDACIONES

6.1 Distribución de la especie

Con la finalidad de compartir en lo posible la experiencia adquirida en el transcurso de la investigación sobre distribución de *Dioon edule*, me resulta satisfactorio decir que el procedimiento utilizado en el presente trabajo fue el adecuado. La metodología estuvo basada en interpretación visual de imágenes de satélite y recorridos de campo y sitios temporales de muestreo, poniendo principal atención a las cañadas de afluentes principales, márgenes de arroyos, y en donde se consideró que la dispersión de la semilla pudiera ser por gravedad o por el agua.

6.2 Estructura y relaciones ecológicas

Basados en los resultados y experiencias obtenidas es importante decir que en trabajos posteriores que se deseen realizar sobre relaciones ecológicas del *Dioon edule*, es importante que la proyección se realice para un período mayor de dos años, ya que en estos dos años aunque los objetivos se cubrieron satisfactoriamente, se considera que para poder estudiar de manera mas detallada los factores bióticos y abióticos que mantienen alguna relación con el *Dioon edule*, será necesario dedicarle mas tiempo.

El investigador o estudiante que desee realizar una cuantificación de la regeneración, debe considerar el comportamiento en áreas con ausencia y presencia de impacto por pastoreo animal.

Por otro lado, quienes opten por realizar un diagnóstico de la sanidad de las poblaciones, debe brindarle el tiempo necesario para la captura y observación de los principales daños y que de preferencia tenga conocimiento de protección forestal.

Para el caso de fauna y aves, se debe determinar primero una metodología adecuada para los objetivos y determinar un número de muestreos pertinentes.

6.3 Germinación y emergencia *ex situ*

En este aspecto todos los resultados que sobre germinación y emergencia se obtuvieron han sido de gran valor, ya que pueden ser utilizados tanto en la reproducción en vivero como en las áreas naturales, con la gran ventaja que necesitan poca o nula inversión.

Por otra parte, la tasa de crecimiento que presenta la especie no se puede decir que sea lenta, debido a que crece poco; simplemente es la característica propia de la especie y como tal puede ser manejada, ya que estas plantas desde pequeñas presentan un atractivo visual característico. Por eso considero que quien se incline por adentrarse en este aspecto, puede realizar una evaluación de la supervivencia de las plantas después de la emergencia, pero en condiciones naturales.

De manera general se puede decir que los resultados obtenidos pueden ser utilizados en la elaboración de un programa de manejo de las áreas chamaleras de la región, ya que solo restaría determinar el potencial productivo de las áreas semilleras y determinar los principales insumos en cuanto a reproducción y transplante.

7. LITERATURA REVISADA

- Aguirre C. Oscar A., 2000. Indices para la caracterización de la estructura del estrato arbóreo de ecosistemas forestales. INIFAP PRODUCE, Revista Ciencia Forestal en México. Tornado de archivo minutarario.
- Aguirre C. Oscar A. y Jiménez P. Javier, 1999. Evaluación y Análisis de la Estructura de Ecosistemas Forestales. NORTH AMERICAN SCIENCE SYMPOSIUM. Guadalajara, Jalisco, México: Noviembre 1-6, 1998: Pp. 416-420
- Aguirre, C. Oscar A, 1999. Apuntes de Manejo Forestal MCF700. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Pp. 300
- Alanís, F. Glafiro J., Cano y C. Gerónimo y Rovalo M. Magdalena, 1996. Vegetación y flora de Nuevo León (una guía Botánico Ecológica), México: Pp. 251
- Briones, O. L., 1991. Sobre la vegetación y fitogeografía de la Sierra de San Carlos, Tamaulipas. Acta Botánica Mexicana núm. 16: Pp 15-45
- Cavazos C. Carlos y Treviño G. Eduardo J., 2000. Evaluación de bosques mesófilos en el noreste de México. Laboratorio de percepción remota y sistemas de información geográfica, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Resumen de ponencia en "ECOSISTEMAS SIN FRONTERAS ESCUCHA Y PARTICIPA" 10a. conferencia de los Estados Fronterizos México/E.U.A. Sobre Recreación, Areas Protegidas y Vida Silvestre, organizado por Gobierno del Estado de Nuevo León, SEMARNAP N.L., Parque Ecológico Chipinque, CEMEX, UANL, UANL, Pronatura Noreste. Monterrey, Nuevo León México; Marzo 2000: Pp. 151,152

- Clinton, E. Morse, 1998. *Dioon edule* Lindley, EEB Greenhouse collection: página de Internet
- CONABIO, 1999. Cycadas. Página de internet, HTML. Conabio geo.hatm y veg.htm.
- Correa R. José B., 1996. Evaluación y cuantificación de los cambios del uso del suelo mediante imágenes de satélite en los municipios de Linares y Hualahuises, Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México: Pp. 27-36.
- De Luca Paolo, Savato Sergio and Vázquez T. Mario, 1982. Distribution and variation of *Dion edule* (Zamiaceae). Britonia 1982, 34(3): by the New York Botanical Garden. Bronx. NY 10458: Pp. 355-362
- Emmel C. Tomas, 1975. Ecología y Biología de las Poblaciones. Traducido al español por Carlos Gerhard Ottenwaelder, México D.F.: Pp. 182
- Garza Q. Celina, 1998. Metodología para la evaluación de la sanidad de las poblaciones de *Dioon edule*. Laboratorio de entomología, Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León: Comunicación personal.
- González E Martha 1996. Análisis de la vegetación secundaria de Linares Nuevo León, México. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales MCF UANL. 1996: Pp. 103
- INE, 1993. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Consulta de página electrónica http://www.ine.gob.mx/dgra/normas/no_menpu.htm. Linares Nuevo León, México; 2000.
- IUCN, 1997. Lista Roja de Plantas Amenazadas; Editada por Kerry S. Walter and Harriet J. Gillett: Pp. 86
- Jones L. David, 1994. Cycads of the World, The New York Botanical Gardens: 163-169

Johnson L.A.S., 1959. The Families of *Cycads* and the *Zamiaceae* of Australia Proc. Linn. Soc. New South Wales 81(4): Pp. 64-117

Lamprecht, Hans, 1990. Silvicultura en los Trópicos. Instituto de Silvicultura de la Universidad de Gottingen. Traducción del Dr. Antonio Carrillo. República Federal de Alemania 1990: Pp. 335

López A. Ricardo, 1998. Notas de clase de silvicultura. Semillas, viveros y plantaciones forestales. Departamento de Silvicultura. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Nuevo León, México. Notas de clase.

López O. Andres y Treviño G. Eduardo J., 2000. Consideraciones para la reproducción por semilla del chamal *Dioon edule* Lindley (*Zamiaceae*). Laboratorio de percepción remota y sistemas de información geográfica, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Resumen de ponencia en "ECOSISTEMAS SIN FRONTERAS ESCUCHA Y PARTICIPA" 10a. conferencia de los Estados Fronterizos México/E.U.A. Sobre Recreación, Areas Protegidas y Vida Silvestre, organizado por Gobierno del Estado de Nuevo León, SEMARNAP N.L., Parque Ecológico Chipinque, CEMEX, UANL, UANL, Pronatura Noreste. Monterrey Nuevo León México; Marzo 2000: Pp. 151,152

Maiti R.K., 1987. Tecnología De La Semilla Y El Establecimiento De Cultivos Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Biológicas. Boletín Botánico N.1. Pp 117

Martínez Maximino, 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas Mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México: 266, 1103

- Müller U. Burkhard, 1994. Contribución al conocimiento de los bosques de encino y pino-encino en el noreste de México. Reporte Científico Especial, No. 14. Facultad de Ciencias Forestales, UANL en cooperación con Forstwissenschaftlicher Fachbereich der Universität Gottingen, Alemania, Traducción Laura Scott Morales. Linares, Nuevo León México. Pp. 176
- Niembro R Anibal 1986. Mecanismos De Reproducción Sexual En Pinos. Universidad Autónoma de Chapingo, Departamento de Bosques. México 1986: Pp 130
- Norstog Knut, (1987). Cycads and the Origin of Insect Pollination; American Scientist Volume 75, No. 3, May-Jun 1987; U.S.A.: Pp. 270-279
- Odum P. Eugene, 1972. Ecología. University of Georgia Athens, Georgia; Traducido al español por Carlos Gerhard Ottenwaelder México, D. F. 1998: Pp 637
- Reyes C. Pedro, 1985. Diseños Experimentales Aplicados, México: Pp. 344
- Rzendowski Jerzy, 1978. Vegetación de México; Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México D.F. México:
- Rzendowski Jerzy y J. Miguel E., 1987. Atlas Cultural de México (Flora). SEP, NAH, y Grupo Editorial Planeta, México: Pp. 222
- SEMARNAP, 1995. Gaceta Ecológica Marzo: Pp. 1-33
- Sheridan P. Antonio T., 1983. Notas sobre distribución y relaciones ecológicas del chamal *Dioon edule* Lindley. (CYCADACEAE) en el estado de Nuevo León, México, Tesis de licenciatura Facultad de Ciencias Biológicas Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México: 20-80
- Sifuentes O. María S., 1983. Importancia económica del chamal *Dioon edule* Lindl. (CYCADACEAE) en el estado de Nuevo León, México. Tesis de Licenciatura;

- Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México: 32-44
- SPP, 1982. Carta edafológica 1:250000 Linares G14-11
- SPP, 1983. Carta Geológica 1:250000 Linares G14-11
- SPP, 1983. Carta Hidrológica de Aguas Superficiales 1:250000 Ciudad Victoria G14-11
- Treviño G. Eduardo J., Akca Alparslan, Jurado Y. Enrique & Barajas Ch. Luis E., 1997. Análisis retrospectivo y situación actual de la vegetación del municipio de Linares, N. L. México. VIII Simposio Latinoamericano de percepción remota, Mérida, Venezuela
- Treviño G. Eduardo J. y López O. Andres, 2000. Distribución y relaciones ecológicas del chamal *Dioon edule* Lindley en La Sierra de San Carlos Tamaulipas. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León. Resumen de ponencia en "ECOSISTEMAS SIN FRONTERAS ESCUCHA Y PARTICIPA" 10a. conferencia de los Estados Fronterizos México/E.U.A. Sobre Recreación, Areas Protegidas y Vida Silvestre, organizado por Gobierno del Estado de Nuevo León, SEMARNAP N.L., Parque Ecológico Chipinque, CEMEX, UANL, UANL, Pronatura Noreste. Monterrey Nuevo León México; Marzo 2000: Pp. 129,130
- Vázquez T. Mario, 1990. Algunos Datos Etnobotánicos de las Cícadas de México; The Biology, Structure and Systematics of the Cycadales Memoirs of the New York Botanical Garden Volume 57; Libro editado por Dennis W. Stevenson, (1990). U.S.A: Pp. 208
- Vovides P. Andres y Peters M. Charles, 1987. *Dioon edule*: la planta más antigua de México. Ciencia y desarrollo NÚM. 73, CONACyT: 19-24
- Vovides P. Andres, 1990. Spatial distribution, survival, and fecundity of *Dioon edule* (Zamiaceae) in a tropical deciduous forest in Veracruz, Mexico, with notes on its

habitat., *American-Journal-of-Botany* 1990. Fairchild Tropical Garden, Miami, FL
33156, USA, 77: 12, 1532-1543; 44 ref

Wéier T. Elliot, Stocking C. Ralph y Barbour G. Michael, 1979. *Botánica*; Universidad de
California; Davis, California. Editada en México: Pp. 618,619