

Aprovechamiento sustentable y conservación de la Palma bola (*Zamia furfuracea*), especie endémica protegida, en la zona de los Tuxtlas, Veracruz, México

LEONEL TORRES HERNANDEZ, MARIO VÀZQUEZ TORRES Y LUIS HERMANN BOJÒRQUEZ GALVÀN

Instituto de Investigaciones Biológicas, Universidad Veracruzana. Apartado Postal 294. 91000 Xalapa, Veracruz, México.

INTRODUCCIÒN

Zamia furfuracea es una planta silvestre tropical mexicana del grupo conocido comúnmente como cícadras. Es una especie endémica que se distribuye en una estrecha zona litoral del estado de Veracruz. Se le considera amenazada (categoría "A") dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994. Por lo mismo, se encuentra listada en el Apéndice I del Libro Rojo de CITES.

La planta habita especialmente en dunas costeras o sus cercanías, en hábitats dominados por matorrales o vegetación similar no mayor a 3 m de altura. Éstos son ámbitos donde la frontera agrícola ha avanzado a pasos agigantados en los últimos años, especialmente por ganadería extensiva. Es decir, se trata de hábitats que tienden a ser disturbados o totalmente transformados por actividades antrópicas.

La especie es explotada económicamente por su valor comercial como planta ornamental, especialmente en mercados de Estado Unidos y Europa. Saqueadores ilegales de plantas y semillas han alimentado este mercado y han disminuido drásticamente la población silvestre.

Recientemente, productores organizados en cooperativas, utilizando la producción semillera silvestre, han iniciado un intento de lograr una comercialización legal y controlada, con vistas en la explotación sustentable de la especie. Sin embargo, sin datos sobre las verdaderas existencias de plantas en el medio natural, esta

explotación, aunque bien intencionada, parece tender a agravar la situación de la especie.

El proyecto de investigación que ahora se reporta fue dedicado al inventario de las existencias de plantas de *Z. furfuracea* en los sitios donde es permitido recolectar semillas a cada cooperativa productora de la zamia, así como su potencial productivo. La meta es ofrecer un respaldo científico para tomar decisiones oficiales con fundamentos respecto al manejo conservacionista de la planta.

ANTECEDENTES

Zamia furfuracea es una especie amenazada de extinción por diversas presiones antropogénicas (TORRES-HERNANDEZ *et al.*, 1999). Las causas son poblaciones escasas, destrucción del hábitat (talas, quemas, pisoteo por ganado, ampliación de campos agrícolas, urbanización, etc.) y saqueo y tráfico ilegal e inmoderado de plantas y semillas con fines comerciales. Además, la situación es agravada por el bajo nivel de vida de las comunidades rurales, la poca instrucción educativa y conservacionista en general, y la escasa información científica relativa a la biología de la especie.

Con base en la experiencia de 18 años de trabajo en el campo con Cycadales nativas de México, el equipo de trabajo de la Universidad Veracruzana liderado por uno de los autores del presente artículo (Mario Vázquez), y con el apoyo de la organización alemana GTZ, en 1990 inició un experimento de cultivo en vivero para la protección y el uso sostenible de plantas en peligro de extinción del estado de Veracruz. *Zamia furfuracea* es el sujeto principal de dicho proyecto, el cual está dedicado a la conservación y aprovechamiento de las cícadas entre los campesinos cuyas tierras contienen estas plantas, con la idea de incrementar el ingreso económico de los habitantes de la localidad. El vivero, registrado en CITES, se estableció en el ejido de Ciénega del Sur, del municipio de Alvarado Veracruz, región donde parece ser más activa la venta ilegal de plantas y semillas extraídas del medio natural.

Para lo anterior sirvió de base la experiencia lograda en Sudáfrica con el cultivo de diversas especies de *Encephalartos*, en China con *Cycas* y en Australia con *Cycas*, *Lepidozamia* y *Macrozamia*. Los resultados conseguidos con *Z. furfuracea* fueron alentadores y respaldaron la posibilidad de reintroducirla al medio natural y explotarla comercialmente de manera sustentable. El ejemplo trascendió en la zona entre campesinos que se organizaron en sociedades cooperativas de productoras de esta especie. Actualmente existen siete viveros debidamente registrados y especializados en la zamia; en conjunto suman cerca de 300 socios, y poseen más de 400,000 plantas bajo cultivo. No obstante, los problemas para *Z. furfuracea* no han terminado, pues la fuente semillera de estos sistemas de explotación se encuentra en las plantas silvestres y, lamentablemente, esa misma fuente es utilizada por saqueadores ilegales. Entrambos grupos pueden arrasar la producción semillera de cada año, de manera que la cosecha puede interrumpir el reclutamiento natural, lo que agrava el estado de amenaza de extinción de la especie en el hábitat silvestre. Sin embargo, sin datos ecológicos de la población silvestre es difícil proponer medidas de protección y establecer acuerdos entre los productores. El presente estudio intenta cubrir esa carencia.

ZAMIA FURFURACEA

Zamia furfuracea (Cycadales, Zamiaceae) es una planta vascular semileñosa de apariencia herbácea (Fig. 1). Es perenne (de edad máxima desconocida, quizá del orden de cientos de años), iterópara y dioica. La talla adulta promedio es de 80 cm de alto por 100 cm de radio en las partes emergentes del suelo.

El sistema radical es complejo. Está compuesto por una raíz principal axonomorfa, especializada en la penetración y fijación al substrato; raíces adventicias, con geotropismo negativo; raíces contráctiles, que funcionan como resortes y que anclan y profundizan el tallo en el sustrato; raíces coraloides, especializadas en la asocia-

ción en pequeños nódulos con cianofíceas fijadoras de nitrógeno (pertenecientes a los géneros *Nostoc* y *Anabaena*) (GRILLI CAIOLA, 1990; LINDBLAD & BERGAM, 1990); y raíces tuberosas, con geotropismo positivo, especializadas en el almacenamiento de almidón.



Fig. 1 – *Zamia furfuracea* en su ambiente natural en vegetación de dunas costeras.

El tallo es subterráneo, grueso, carnoso y de forma cilíndrica. Su diámetro es de alrededor de 15 cm y su longitud puede ser mayor a 80 cm. Se ramifica progresivamente con la edad y tiende a formar individuos de numerosas coronas contiguas de follaje denso y entrelazado. Dado que las ramificaciones son subterráneas, en ocasiones es difícil distinguir a un conjunto de individuos distintos creciendo apretadamente (en masas densas de hasta 4 m² de extensión) de un conjunto apiñado de coronas pertenecientes al mismo individuo; el caso más frecuente de observar es la ramificación profusa de una sola planta que el amontonamiento de varias.

Las frondas son pinnadas. Están armadas con espinas escasas pero fuertes en el pecíolo y se disponen helicoidalmente en una corona de 80–120 cm de diámetro promedio. Emergen en la estación seca (entre marzo y abril), y terminan de madurar tres meses después, cuando alcanzan una longitud máxima de 40–60 cm si se encuentran expuestas al sol y 100–120 cm si se encuentran en un

sitio medianamente umbroso. Cuando son tiernas son de color verde claro y están cubiertas de un indumento rojizo (el carácter furfuráceo indicado en el nombre de la especie), pero al madurar se tornan verde oscuro y glabras.

La producción de estructuras reproductoras, los estróbilos o conos, es anual. Estas estructuras consisten en el único medio práctico para determinar el sexo de los individuos. Emergen en mayo y maduran diferencialmente según su género: los masculinos (microstróbilos) maduran entre junio y julio, y alcanzan tallas promedio de 14-23 cm de largo con 4-6 cm de ancho; los femeninos (megastróbilos) maduran entre diciembre y enero, alcanzando tallas promedio de 20-30 cm de largo con 8-10 cm de ancho. La polinización es cantarófila, con una especie conocida (*Rhopalotria mollis*, familia Curculionidae) (NORSTOG & FAWCETT, 1989) y tal vez dos más de identidad por determinar (G. Sánchez-Rotonda, comunicación personal); se ignora la distancia máxima entre plantas macho y hembra en que puede ocurrir la polinización, pero se han observado hembras fertilizadas distanciadas más de 30 m del macho más cercano (G. Sánchez-Rotonda, comunicación personal).

Las semillas son pequeñas, de aproximadamente 0.6 cm de largo por 4 cm de diámetro. Cada cono contiene entre 150 y 300 de ellas; con la producción de tres o cuatro conos se logra 1 Kg de semilla seca. Antes de la dispersión se encuentran rodeadas por una cubierta de color rojo brillante, la sarcotesta, que contiene numerosas sustancias tóxicas defensivas (M. Y. Sánchez-Tinoco, comunicación personal). Tienden a desprenderse al cabo de la maduración del megastróbilo, el cual se abre y deja expuestas las semillas. Según observaciones no sistemáticas realizadas por miembros de nuestro equipo de trabajo, las semillas podrían ser dispersadas tanto por autocoria como por zoocoria (aves y cangrejos). Una vez depositas en el suelo, no germinan inmediatamente sino hasta que el cuerpo del embrión se ha desarrollado (el tiempo necesario puede ser de más de seis meses), lo que coincide con las primeras lluvias del verano (en junio). A pesar de que *Z. furfuracea* es una especie heliófila, sus semillas suelen germinar a la sombra, protegidas contra la desecación.

Una vez germinados, los individuos permanecen como plántulas poco menos de dos años. La fase juvenil dura de dos a tres y medio años, al cabo de los cuales alrededor del 50 % de la población produce ya estructuras reproductoras. Es decir, la edad de la primera reproducción en la mitad de la población es de cinco años, aunque es posible ver reproduciéndose a individuos de 4 años. A los seis años de edad, la mayoría de las plantas ya ha pasado por su primera reproducción.

Como todas las cícadas, *Z. furfuracea* es una planta altamente tóxica (SINISCALCO GIGLIANO, 1990). En consecuencia, los animales con los que mantiene interacciones ecológicas son poco diversos, altamente especializados y de distribución coincidente con la de esta especie u otras del mismo orden. Mantiene asociaciones de cooperación con cianofíceas fijadoras de nitrógeno, con polinizadores y con posibles dispersores de semillas. Las asociaciones antagonistas ocurren esencialmente por herbivoría y competencia por luz. Las hojas son depredadas por un herbívoro constantemente presente (orugas de las mariposas *Eumaeus minyas* y *E. toxea*, Lycaenidae) y ocasionalmente por escarabajos minadores y defoliadores aparentemente de la familia Buprestidae (L. Torres-Hernández, datos no publicados).

La planta prospera en condiciones heliófilas en suelos arenosos pobres y bien drenados de dunas costeras, pero también puede sobrevivir en sitios medianamente umbrosos o rocosos. La vegetación a la que se asocia es de matorrales espinosos y pastizales, en cambio tiende a ser excluida de mosaicos con selva baja caducifolia (L. Torres-Hernández, datos no publicados).

La especie es endémica a la zona costera del centro y Sur del estado de Veracruz en México. La mayor abundancia se encuentra en la porción no anegable al Este del humedal de Alvarado, en donde se le halla desde la línea de playa hasta 2 a 5 km tierra adentro. En abundancias mucho menores también se le encuentra al pie de la serranía de Los Tuxtlas, donde ocupa el estrecho margen de vegetación costera. La franja de distribución actual alcanza una longitud de cerca de 70 Km siguiendo la línea litoral, aunque se estima



Fig. 2 - Distribution de la poblaci3n silvestre de *Z. furfuracea* en las zonas costeras del centro del estado de Veracruz, M3xico. El espacio indicado como "3rea actual" contiene las zonas donde es posible encontrar a la especie, aun cuando se trate de individuos aislados. El espacio identificado como "3rea n3cleo" incluye zonas de unas 10 hect3reas de extensi3n con densidad poblacional promedio de alrededor de 1,000 individuos/ha, en la vecindad de zonas de unas 20 hect3reas de extensi3n con densidad poblacional desde cero hasta 50 individuos/ha, considerando una franja de 35 Km de largo siguiendo la linea costera y unos 10 Km tierra edentrp. (El mapa altitudinal del recuadro fue tomado y modificado de INEGI, 1984).

que su 3rea de distribuci3n original debi3 ser mayor, considerando la similaridad de condiciones ecol3gicas del ecosistema costero m3s all3 de la distribuci3n actual (Fig. 2).

ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se localiza en la margen costera del Sur del estado de Veracruz, M3xico, entre los 18° 43' Latitud Norte con 95° 32' Longitud Oeste y los 18° 32' Latitud Norte con 94° 58' Longitud Oeste, a altitudes no mayores a 50 m.

La regi3n se ubica dentro de la Provincia Fisiogr3fica de la

Planicie Costera Suroriental de México (RZEDOWSKI, 1978). Desde el punto de vista geológico la zona de estudio incluye dos provincias geológicas, la de Alvarado, que es una llanura con depósitos aluviales y arenosos, y la de San Andrés Tuxtla, que es un macizo montañoso de origen volcánico (RÌOS MCBETH, 1952).

El clima de la región es cálido y húmedo, de tipo Aw2(i') de acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por GARCÌA (1970). La temperatura media anual es de 28 °C. La precipitación media anual es de 1925 mm; las mayores precipitaciones se presentan en verano, aunque el aporte de humedad de las lluvias invernales es significativo.

Por la cercanía del mar, además de los vientos alisios cada año la zona está expuesta a tormentas tropicales, huracanes y tormentas invernales conocidas localmente como “nortes”. En contraposición a los vientos húmedos, entre abril y mayo ocurren vientos altamente desecantes provenientes del continente, de componentes Sur y Oeste, conocidos localmente como “suradas”.

La vegetación regional está dominada por elementos florísticos neotropicales. En las localidades donde habita *Z. furfuacea*, estos elementos se organizan de manera notoria en mosaicos de muy diverso tamaño, composición y estructura; predominan los matorrales no mayores a tres metros de altura del tipo xerófilo, espinoso y de selva baja, además de pastizales. La especie en cuestión tiende a ocupar los márgenes de estos matorrales con mayor probabilidad de exposición solar y menor alcance del fuego, del pisoteo del ganado y de la depredación humana.

La mayor actividad económica en toda la región, o al menos la que ocupa más espacio, es la ganadería extensiva de bovinos, cuyo avance es la principal causa de fragmentación, perturbación y transformación de la vegetación natural. Secundariamente se practica la agricultura y la pesca. Otra fuente de ingreso, de poca importancia actual pero de influencia creciente, es el dinero que envían familiares que temporalmente trabajan en industrias maquiladoras de la frontera Norte del país o realizan trabajos manuales de diversa índole como migrantes ilegales en Estados Unidos.

Entre algunas personas, una actividad que puede redundar ciertos márgenes de ganancia es la recolección y venta ilegal de plantas y semillas de *Z. furfuracea*.

MÉTODO Y MATERIALES

Selección de localidades de muestreo

Se establecieron seis localidades de muestreo a lo largo de 75 Km de litoral (Tab. 1). La selección de tales sitios se hizo con base en información aportada por los lugareños. Visitamos las áreas en donde ellos han obtenido semillas y otras en donde nos indicaron que se encuentran plantas silvestres. Los criterios de selección fueron su accesibilidad, la representatividad numérica de la muestra y el grado de deterioro del ambiente. La mayoría de los sitios se encuentra muy cerca de los núcleos de población o a no más de 5 Km de distancia.

Cada una de las seis localidades elegidas fue visitada durante al menos cinco días. En el primer o primeros dos días se hacían caminatas para explorar y elegir el sitio donde establecer las parcelas acompañados por los lugareños. Durante los días siguientes se registraban datos a ritmo de un cuadro por día, excepto en los casos de parcelas poco pobladas en que se lograba cubrir dos en un día. El registro de datos fue hecho por dos o tres personas: dos miembros del equipo de trabajo y ocasionalmente un acompañante nativo. Cada parcela fue visitada en una sola ocasión. Tanto el tamaño del área de muestreo como el procedimiento de registro de datos excluyeron la posibilidad de contar un individuo más de una vez.

Establecimiento de cuadros de muestreo

En general las plantas de *Z. furfuracea* se encuentran agregadas en conjuntos limitados en extensión por pastizales, dunas móviles, vegetación de dosel medianamente cerrado no mayor a 3 m de altura, falta de substrato, excesiva insolación o caminos. Este hecho y el tamaño de los cuadros de estudio (20 m x 20 m) (Tab. 1) facilita-

Tab. 1. Ubicación de las localidades de muestreo

LOCALIDAD	LONGITUD N	LONGITUD W	# cuadros
Ciénega del Sur	18° 42.823'	95° 31.588'	4
Salinas Roca Partida	18° 42.126'	95° 14.845'	3
Toro Prieto	18° 42.100'	95° 12.900'	3
Arroyo de Liza	18° 42.269'	95° 11.135'	3
Playa Hermosa	18° 40.222'	95° 07.986'	3
Capulteol	18° 33.203'	94° 58.179'	4
Número total de cuadros:			20

ron la demarcación de las áreas de muestreo. La representatividad numérica de los conjuntos de plantas que serían incluidas en la muestra fue evaluada a la vista en recorridos iniciales. Se evitaron los puntos poco representativos, como conjuntos muy densos de individuos profusamente ramificados o de individuos creciendo apretadamente, así como las áreas despobladas.

Se establecieron cuatro cuadros de muestreo en las localidades extremas y tres en cada localidad intermedia, lo que sumó en total veinte cuadros (Tab. 1). Excepto uno, los cuadros eran contiguos entre sí y paralelos a la línea de costa. Cada punto fue ubicado geográficamente (latitud y longitud) por medio de un geoposicionador (GPS Garmin 12XL). Todos los cuadros se encontraban a no más de 10 m sobre el nivel del mar.

Registro de datos en cada uno de los sitios

Se trazó el perímetro de los cuadros con ayuda de una brújula, una cinta métrica, cuerdas y estacas; enseguida se registraron los datos de cada individuo. Se anotaron los datos y las observaciones de cada uno de los individuos encontrados dentro del cuadro en torno a número de individuo, clase de edad (plántula, joven, madura), sexo (femenino, masculino, adulto indeterminado, inmaduro), número de conos, número de coronas y grados y causas de daño. Así mismo se hicieron observaciones sobre situación de la vegetación e incidencias.

En dos localidades (Playa Hermosa y Capulteol) se prendieron etiquetas de poliestireno blanco (grosor #20) y cable de cobre (cable

eléctrico trenzado #12) a cada uno de los individuos de la muestra. Cada una lleva escrita una clave que corresponde al sitio, el número que le corresponde a cada individuo y la fecha en que se realizó la labor. Este esfuerzo no fue posible en todos los sitios ya que consume mucho tiempo y es muy difícil tener acceso a todos los individuos.

Tratamos de lograr un contacto cercano con las plantas para realizar las observaciones de manera fiel. Sin embargo la vegetación cerrada y espinosa nos dificultó y hasta imposibilitó acercarnos lo suficiente a varios individuos. Ocasionalmente, en casos extremos, utilizamos machetes para abrirnos paso entre la vegetación cerrada; usamos polainas de cuero para protegernos de las espinas y guantes para manipular sin riesgo la vegetación espinosa y prevenir posibles ataques de serpientes venenosas. No obstante todo ello, en nuestras visitas intentamos causar el menor daño posible a la vegetación; igualmente transitamos con precaución para no pisotear plantas pequeñas ni causar erosión en las dunas.

La obtención de los datos no fue sencilla en la mayoría de los casos. No hubo una manera práctica y definitiva de distinguir entre un individuo vetusto profusamente ramificado y un conjunto de dos o tres individuos distintos pero apretados. Tratándose de individuos contiguos de distinto sexo, era simple distinguir los individuos, pero eso fue infrecuente pues no todos los individuos mostraron estructuras reproductoras (ni siquiera restos). En la mayoría de las veces, la decisión se basó en las distancias entre coronas (coronas separadas 10 cm o más se consideraban como de individuos distintos) y en la disposición de las mismas (divergentes o convergentes); los machetes resultaron ser una útil herramienta de exploración subterránea.

La determinación del sexo de los individuos fue hecha con base en los restos de conos encontrados sobre y alrededor de las plantas. Sobre los individuos masculinos fue posible encontrar numerosos restos secos y torcidos de ejes que fueron delgados y cortos cuando frescos; ocasionalmente encontramos restos del microstróbilo. Los individuos femeninos fueron reconocidos por el eje grueso y erecto, casi siempre cortado por machete: los recolectores de semillas hacen por lo común un corte inclinado por debajo del cono, dejan-

do como evidencia la base del pedúnculo cortado.

Los escasos conos femeninos que no fueron saqueados y que pudimos encontrar estaban ya maduros y a punto de desintegrarse. A éstos los disgregamos *in situ* para contar las semillas que contenía cada uno. Más tarde, las semillas fueron dejadas sobre la hojarasca, de la misma manera en que se dispersan por autocoria.

El daño sufrido por las plantas fue observado directamente. Las causas y el grado de daño fueron determinados fácilmente con base en nuestra experiencia de campo con *Z. furfuracea*. Los daños considerados y sus causas fueron: defoliación y/o enterramiento bajo la arena por vientos intensos, defoliación por herbivoría, limitación del espacio y deformación de las frondas por competencia lumínica con otras plantas, cortes y defoliación por machetes y pisoteo por el tránsito de personas y de ganado. Los grados fueron determinados a juicio del observador como ausente (0% de pérdida de folíolos u hojas completas), escaso (menos de 30% de pérdida), mediano (más de 30% y menos de 60% de pérdida) y grande (más de 60% de pérdida).

Análisis y tratamiento de los datos

Los datos generados en el campo se analizaron con estadísticas básicas. Así, se establecieron tendencias por moda y promedio en las categorías de cada variable.

RESULTADOS

Observaciones de campo

En el ámbito de *Z. furfuracea* la vegetación crece formando mosaicos de muy diversos tamaños, composiciones y fisonomías. Los mayores determinantes naturales de este mosaicismo parecen ser la cercanía al mar y la disponibilidad de agua.

Según nuestras observaciones, la especie tiende a crecer preponderantemente en microambientes marginales, a orillas de algunos mosaicos de vegetación, aunque no era raro verlas sobrevivir en

sitios totalmente expuestos a la insolación o, por el contrario, en lo profundo de matorrales medianamente umbrosos. En los sitios soleados, y más aún los cercanos al mar o a la orilla de caminos, los individuos mostraban menor estatura (40-60 cm) y menos coronas (una o, con menor frecuencia, dos) que en los sitios algo umbrosos, donde los individuos se veían mucho más altos (más de 100 cm) y con más coronas (tres a cinco). Los individuos más longevos, o al menos los que poseían más coronas, se encontraban creciendo en suelos que parecían disponer de mayor humedad durante el período de sequía por estar muy cercanos a afloramientos temporales o permanentes del manto freático. Un caso notable de longevidad y desarrollo de coronas lo constituyó un individuo al que se le contaron directamente 120 coronas, el cual estaba totalmente expuesto por la erosión.

Zamia furfuracea se asoció de manera positiva con la vegetación tolerante a la escasa y variable disponibilidad de agua de las dunas costeras. Notoriamente las plántulas y juveniles observadas crecían ocultas entre la vegetación o refugiadas en sitios inaccesibles. Dicha vegetación era aquella constituida en gran medida por plantas resistentes a la desecación, como las xerófilas, los matorrales espinosos y la selva baja caducifolia. En contraposición, se asoció de manera negativa con vegetación de más de 3 m de alto, como la selva mediana. De la misma manera, se tornaba infrecuente o ausente en la vegetación muy densa, sin importar si se trataba de plantas rastrojas o matorrales.

Datos numéricos

Los datos sobre los conteos de campo se presentan resumidos en la Tab. 2. En las seis localidades de muestreo se contaron 721 plantas en total, de las cuales 109 (15.1%) se registraron como hembras, 119 (16.5%) como machos, 448 (62.1%) como adultos indeterminados y 45 (6.2%) como inmaduros (plántulas y juveniles). En promedio, se registraron 5.45 coronas por individuo, sin importar su identidad. A excepción de cinco plantas femeninas, en las que se hallaron conos, se encontraron rastros de 342 conos femeninos y

665 masculinos, lo que indicó que, en promedio, cada hembra que produjo conos en la temporada reproductora poseía 3.14 conos, en tanto que los machos poseían 5.59. De los cinco conos femeninos encontrados se obtuvieron las siguientes cantidades de semillas:

Salinas-Roca Partida (tres conos, cuadros 1 y 2): 148, 207 y 182 semillas, respectivamente.

Toro Prieto (un cono, cuadro 3): 234 semillas.

Capulteol (un cono, cuadro 1): 262.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Lo más evidente que indican los resultados es el escaso reclutamiento de la población; prácticamente la totalidad de nuevos individuos se pierde por la extracción de conos. Es claro que las pocas plantas inmaduras observadas fueron las provenientes de conos que escaparon a la cosecha del año anterior.

Los pocos conos registrados no permitieron hacer un análisis estadístico inferencial sobre la potencialidad reproductora de la población. No obstante, dado que nuestra experiencia indica que la viabilidad de las semillas en cada cono suele ser muy alta (superior al 90 %) (M. Vázquez-Torres, datos no publicados), parecería que sería suficiente dejar una pequeña proporción (quizá 10 a 20 %) de los conos silvestres para permitir un reclutamiento efectivo.

Al contrario de lo que ocurre en las plántulas y los juveniles, parece haber condiciones para la sobrevivencia de los individuos longevos. Alternativamente se podría pensar que las condiciones ambientales favorecen el desarrollo de varias coronas, foliares.

Los mayores daños a las plantas vivas fueron causados por fenómenos naturales (viento y herbivoría). Las plantas más dañadas fueron las más expuestas. Sin embargo, el daño por estos agentes tendió a ser de escaso a mediano, aunque, como ya se dijo, generalizado y, presumiblemente, persistente.

Si no son afectadas por las actividades humanas, es de presumir que las plantas macho sobreviven relativamente bien en su hábitat,

TORO PRIETO II	47	P J Md	0 11 36	F Ma Ai In	13 15 19 0	Total F Ma	17 6 42 13 4	Total Prom	392 8.34	Vien Herb Com Mach Tran	29 33 7 0 0	A E Me G	5 26 14 2
TORO PRIETO III	52	P J Md	5 17 30	F Ma Ai In	16 10 26 0	Total F Ma	16 0 91 69	Total Prom	332 6.38	Vien Herb Com Mach Tran	29 29 3 0 1	A E Me G	14 14 23 1
ARROYO DE LIZA I	43	P J Md	0 0 29	F Ma Ai In	3 20 40 0	Total F Ma	18 6 13 17 3	Total Prom	709 16.84	Vien Herb Com Mach Tran	38 32 10 0 5	A E Me G	1 14 16 12
ARROYO DE LIZA II	33	P J Md	0 0 33	F Ma Ai In	0 2 30 0	Total F Ma	21 0 21	Total Prom	278 8.68	Vien Herb Com Mach Tran	23 24 6 0 5	A E Me G	1 15 11 5
ARROYO DE LIZA III	28	P J Md	0 1 27	F Ma Ai In	4 15 9 0	Total F Ma	63 5 58	Total Prom	627 22.39	Vien Herb Com Mach Tran	25 26 15 0 5	A E Me G	0 2 14 12
PLAYA HERMOSA I	9	P J Md	0 1 8	F Ma Ai In	1 5 3 0	Total F Ma	21 1 20	Total Prom	34 3.77	Vien Herb Com Mach Tran	5 7 0 0 0	A E Me G	0 4 3 2
PLAYA HERMOSA II	9	P J Md	0 1 8	F Ma Ai In	2 5 2 0	Total F Ma	20 4 16	Total Prom	122 13.55	Vien Herb Com Mach Tran	8 7 1 2 3	A E Me G	0 1 6 2
PLAYA HERMOSA III	37	P J Md	1 0 36	F Ma Ai In	1 10 26 0	Total F Ma	24 3 21	Total Prom	225 6.08	Vien Herb Com Mach Tran	22 23 5 0 1	A E Me G	1 15 12 0
CAPULTE OL I	50	P J Md	0 5 45	F Ma Ai In	6 8 31 5	Total F Ma	50 15 35	Total Prom	137 2.74	Vien Herb Com Mach Tran	17 35 24 1 1	A E Me G	0 15 24 10
CAPULTE OL II	67	P J Md	0 14 53	F Ma Ai In	0 0 53 14	Total F Ma	0 0 0	Total Prom	134 2.0	Vien Herb Com Mach Tran	0 63 62 0 0	A E Me G	0 46 17 4
CAPULTE OL III	64	P J Md	1 7 56	F Ma Ai In	3 2 51 8	Total F Ma	8 5 3	Total Prom	155 2.42	Vien Herb Com Mach Tran	5 62 64 0 0	A E Me G	0 57 7 0
CAPULTE OL IV	63	P J Md	0 12 51	F Ma Ai In	10 4 37 12	Total F Ma	30 18 12	Total Prom	158 2.5	Vien Herb Com Mach Tran	23 43 30 1 1	A E Me G	0 19 31 12

tal como lo sugiere su elevado número de coronas. Esto es confirmado por el escaso o nulo registro de hembras en algunas localidades. El menor número de coronas de las plantas hembra hace suponer que son menos longevas que los machos, o que toleran menos los daños que les inflige el ambiente, o simplemente no son capaces de desarrollar tantas coronas. Quizá un factor restrictivo sea el esfuerzo en la reproducción, que es mucho mayor en las hembras. A pesar de lo anterior, se contaron casi iguales números totales de machos y hembras, lo cual podría hacer suponer que en los sitios donde no se registraron hembras en realidad sí existen tales pero ocultas entre los adultos indeterminados, y quizá produzcan conos en temporadas mayores a un año y de manera alternada.

La investigación hizo evidente que se requiere ampliar el trabajo de investigación *in situ*, especialmente dirigido a la descripción y determinación de los estados que guardan la estructura y composición demográfica básica de la población. Igualmente puso en evidencia que urgen medidas de control del saqueo, de aplicación de la ley y vigilancia de su correcta instrumentación.

La comercialización legal de las plantas provenientes de los viveros, pueden ser una respuesta importante a favor de la conservación, regeneración y aprovechamiento sustentable de esta especie

LITERADURA CITADA

- GARCÍA E. 1970. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Ofset Larios. México.
- GRILLI CAIOLA M. 1990. Structural arrangement of phycobionts in coralloid roots of cycads. In: Stevenson D. W. (ed.). The Biology, Structure, and Systematics of the Cycadales. Mem. New York Bot. Gard., vol. 57: 94-103.
- NORSTOG K. J & FAWCETT P. K. S. 1989. Insect-cycad symbiosis and its relation to the pollination of *Zamia furfuracea* (Zamiaceae) by *Rhopalotria mollis* (Curculionidae). Amer. J. Bot. 76(9): 1380-1394.

- LINDBLAD, P. & BERGMAN B. 1990. The cycad-cyanobacterial symbiosis. Pp. 137-159. In: Raid, A.N. (ed.). CRC and book of Symbiotic Cyanobacteria. CRC Press. Boca Raton, USA.
- RÌOS MCBETH F. 1952. Estudio Geológico de la Región de Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- RZEDOWSKI J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México.
- SINISCALCO GIGLIANO G. 1990. Chemotaxonomic significance of MAM glycosides and mucilages in cycads. In: D. W. Stevenson (ed.). The Biology, Structure and Systematics of the Cycadales. Mem. New York Bot. Gard., Vol. 57: 123-131.
- TORRES HERNÁNDEZ L., VÁZQUEZ TORRES M., ALEJANDRE ROSAS J. A. & BARNEY GUILLERMO H.. 1999. Las plantas silvestres del humedal de Alvarado y el uso sustentable de los recursos: un ejemplo. Pp. 115-138. In: M. Vázquez Torres (ed.). Biodiversidad y Problemática en el Humedal de Alvarado, Veracruz, México. Universidad Veracruzana.