



Universidad Veracruzana



Centro de Investigaciones Tropicales

**Manejo tradicional de *Dasyllirion acrotrichum* (Schiede) Zucc
(Asparagaceae) para la elaboración de arcos florales en el centro
de Veracruz y la evaluación del impacto en sus poblaciones naturales.**

TESIS

Para obtener el grado académico de:

Maestra en Ecología Tropical

Presenta:

Guadalupe Torres Martínez

Comité tutorial:

Noé Velázquez Rosas

Juan Carlos López Acosta

Lucero Sevillano García Mayeya

Xalapa-Enríquez, Ver., Junio 2016

Derechos de autor

Declaro que la tesis de maestría titulada “Manejo tradicional de *Dasyvirion acrotrichum* (Schiede) Zucc (Asparagaceae) para la elaboración de arcos florales en el centro de Veracruz y la evaluación del impacto en sus poblaciones naturales” es de mi propiedad y autoría, excepto los trabajos aquí citados como referencias. Esta obra no ha sido registrada anteriormente para que yo obtuviera un grado académico previo.



Biol. Guadalupe Torres Martínez

Junio 2016

Luora Seidlano G.M.

Agradecimientos

Agradezco profunda y sinceramente a mi comité tutorial. A mi director de tesis el Dr. Noé Velázquez Rosas por sus enseñanzas, su tiempo invertido, su apoyo constante, su paciencia, su amistad y por siempre alentarme a mejorar profesional y personalmente. A la Dra. Lucero Sevillano García Mayeya por siempre tener tiempo y paciencia para resolver mis dudas y sus constantes comentarios positivos para mi trabajo de investigación. Al Dr. Juan Carlos López Acosta por su asesoría y observaciones.

Gracias a mi comité evaluador. A la Dra. Citlalli López Binnqüist por su apoyo, su orientación, sus comentarios acertados y objetivos que pulieron mi trabajo y sobre todo gracias por alentarme a continuar en el mundo de la etnobiología. Agradezco a la Dra. Luciana Porter Bolland y a la Dra. Mariana Tarin Toledo Aceves por sus comentarios y correcciones que ayudaron a mejorar mi tesis de maestría.

Le doy las gracias al Mayordomo Juan Huesca y al grupo de arqueros que elaboran el arco mayor de la fiesta patronal de San Jerónimo en Coatepec, Veracruz. Les agradezco permitirme acercarme a ellos, mostrarme su forma de organización y trabajo y el compartir conmigo todo su conocimiento tradicional referente a la construcción de esta ofrenda. Gracias a ellos este trabajo de investigación puedo llevarse a cabo.

Quiero agradecer a la Mtra. Iliana Romero Vargas por su ayuda en el procesamiento de material de campo, por su orientación estadística, por brindarme su apoyo constantemente y sobre todo agradezco su amistad.

Doy gracias de manera muy especial a todos mis amigos, compañeros y familia que me brindaron su apoyo durante toda la maestría. Gracias infinitas a Tanía, Javier, Valeria, a mi madre Angélica, a mi tía Valeria, a mis primos Mónica y Carlos por madrugar y cansarse conmigo en campo, por siempre hacer el trabajo más ameno y divertido. Por quedarse hasta tarde procesando material de campo, por darme ánimo cuando flaqueaba, por alentarme constantemente, pero sobre todo gracias por su cariño y amistad sincera.

Agradezco infinitamente a Yureli por su apoyo y orientación en los trámites administrativos, por siempre tener un modo amable y una sonrisa. Ante todo, gracias por su amistad.

Gracias a la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para la realización de mis estudios de Maestría

Dedicatoria

Este trabajo lo quiero dedicar especialmente a mi tía Valeria, quien desde que supo el tema de investigación estuvo interesada y se involucró siendo una gran informante al conocer desde niña el sitio de estudio. Le agradezco por sus preguntas, su interés, por siempre querer saber más y alentarme para terminar mi tesis. Le agradezco por siempre recibirme en su casa tan cálidamente, por su apoyo en campo siempre con una gran actitud y con una sonrisa a pesar de sus malestares físicos. Gracias tía por tu apoyo infinito, por ser parte de esta meta profesional, pero sobre todo, gracias por tu amor y por siempre sentirte orgullosa de mi. Este logro lo comparto contigo y aunque ya estas con Dios te siento cerca de mi y siempre te llevaré en mi corazón.

Gracias a Dios por haberme ayudado a cumplir esta meta en mi vida, por ser mi respaldo durante todo el proceso y darme la fortaleza para llegar hasta donde estoy.

También dedico este trabajo a mis padres quienes me han apoyado fielmente y me han enseñado a trabajar duro y a esforzarme. Los amo y Dios me los bendiga cada día de sus vidas.

Gracias a todos mis amigos que siempre estuvieron al pendiente de mi trabajo de investigación, que me “echaron porras” constantemente y que con su compañía, alegría y carcajadas hicieron más ligero el camino de la Maestría. A Tania Velázquez, Javier, Valeria, Elisa, Cristian, Samaria, Tania Escobar, Carolina, Madsa', Pedro y Sabrina, gracias por su apoyo e interés.

¡Cuando más fuerte es la batalla, más grande es la Victoria!

ÍNDICE GENERAL

Índice de figuras.....	III
Índice de Cuadros.....	V
Índice de anexos.....	VI
Resumen.....	VII
1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	4
2.1. Descripción del género <i>Dasyilirion</i> Zucc.....	4
2.2. Descripción de <i>Dasyilirion acrotrichum</i> (Schiede) Zucc.....	5
2.3. Estado de conservación de <i>Dasyilirion acrotrichum</i>, de acuerdo a las normas internacionales y nacionales.....	7
2.4. Importancia del estudio poblacional de PFNM y la evaluación de sus prácticas de manejo tradicionales.....	8
2.5. Estudios poblacionales de PFNM con manejo tradicional.....	10
2.6. Estudios sobre el manejo de <i>Dasyilirion</i> spp.....	11
2.7. Beneficios culturales de los recursos naturales.....	13
2.8. Los arcos florales en Coatepec, Veracruz y la utilización de recursos naturales para su elaboración.....	14
3. Justificación.....	17
4. Preguntas de investigación.....	18
5. Objetivos.....	18
5.1. Objetivo general.....	18
5.2. Objetivos particulares.....	18
6. Métodos.....	19
6.1. Zonas de estudio.....	19
6.1.1. Coatepec, Veracruz. Sitio de elaboración del arco floral.....	19
6.1.2. Alchichica, Puebla. Sitio de extracción y sitio control. Sitio de extracción y sitio control.....	19
6.2. Obtención de información socio-cultural.....	21
6.3. Evaluación poblacional de <i>D. acrotrichum</i>.....	22

6.3.1. Trabajo de campo.....	22
6.3.2. Supervivencia.....	23
6.3.3. Estructura de tamaños y categorías.....	23
6.3.4. Germinación.....	24
6.3.5. Fecundidad.....	25
6.3.6. Probabilidades de transición y ciclo de vida.....	26
6.4. Análisis de datos.....	27
7. Resultados.....	28
7.1. Información socio-cultural.....	28
7.1.1. Construcción del arco mayor de la fiesta patronal de Coatepec, Veracruz.....	28
7.1.2. Materiales vegetales para elaborar el arco floral.....	29
7.1.3. Acceso a <i>D. acrotrichum</i>	30
7.1.4. Método de colecta de <i>D. acrotrichum</i>	30
7.1.5. Procesamiento y aprovechamiento de <i>D. acrotrichum</i>	33
7.1.6. Construcción del arco mayor.....	35
7.1.7. La fiesta patronal de San Jerónimo.....	36
7.1.8. Incremento de la demanda de <i>D. acrotrichum</i>	37
7.1.9. Cambios en los arcos florales a través del tiempo.....	39
7.2. Evaluación poblacional de <i>D. acrotrichum</i>	40
7.2.1. Densidad poblacional.....	40
7.2.2. Supervivencia.....	40
7.2.3. Estructura de tamaños de la población.....	42
7.2.4. Crecimiento.....	44
7.2.5. Germinación.....	45
7.2.6. Fecundidad.....	45
7.2.7. Probabilidades de transición y ciclo de vida.....	50
8. Discusión.....	52
9. Recomendaciones.....	61
10. Bibliografía.....	62
Anexos.....	72

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ejemplar de <i>Dasyllirion acrotrichum</i> con un escapo floral inmaduro.....	6
Figura 2. Ubicación de los sitios de estudio (Coatepec, Veracruz y San José Alchichica, Puebla) y los sitios de muestreo.....	20
Figura 3. Criterios de medición de las diferentes variables (1) Altura total, (2) Cobertura, (3) Diámetro, (4) No. de hijuelos y (5) número de escapos forales.....	23
Figura 4. Método de conteo de frutos en escapos femeninos	26
Figura 5. Actores principales y sus funciones durante la construcción del “arco mayor” en la fiesta patronal de San Jerónimo en Coatepec, Veracruz.....	29
Figura 6. Calendario del proceso de construcción del arco mayor y sitios de colecta de materiales vegetales para su elaboración.....	30
Figura 7. Organización de equipos de faeneros de acuerdo a su nivel de experiencia para la extracción de <i>D. acrotrichum</i> , encabezada por el mayordomo.....	32
Figura 8. Método de colecta, manipulación y transporte de <i>D. acrotrichum</i>	33
Figura 9. Procesamiento de las plantas de <i>D. acrotrichum</i> para la obtención de “las cucharillas” y la elaboración de ornamentos para decorar el arco mayor.....	34
Figura 10. Porcentaje de aprovechamiento de un ejemplar colectado de <i>D. acrotrichum</i> ...35	
Figura 11. Estructura principal (A) y materiales vegetales para la decoración del arco mayor (B).....	36
Figura 12. Alfombras de aserrín teñido con diferentes diseños alusivos a la fiesta de San Jerónimo (A y B). Peregrinación caminando sobre las alfombras (C).....	36
Figura 13. Faeneros cargando el arco mayor para llevarlo hasta la Parroquia de San Jerónimo (A). Arco mayor decorando la entrada de la Parroquia (2013).....	37
Figura 14. Arco mayor de la fiesta de San Jerónimo 2013 (A) y 2014 (B).....	38
Figura 15. Plantas colectadas no utilizadas.....	41
Figura 16. Porcentaje de supervivencia por categoría de tamaños en el sitio control y el sitio con extracción.....	40
Figura 17. Probabilidad de supervivencia en razón del tamaño de diámetro de la base de las rosetas en el sitio control (A) y el sitio con extracción (B).....	42

Figura 18. Estructura de la población del sitio control (A) y el sitio con extracción (B) con todos los tamaños de diámetro de los individuos en 2014 y 2015.....	43
Figura 19. Estructura poblacional por categorías de tamaño del sitio control (A) y el sitio con extracción (B) en 2014 y 2015.....	44
Figura 20. Diagrama de dispersión del crecimiento de los individuos de <i>D. acrotrichum</i> del 2014 al 2015 (diámetro 2014 contra diámetro 2015) en el sitio control (A) y el sitio extracción (B).....	45
Figura 21. Probabilidad de producción de escapos florales en razón del tamaño del diámetro de la base de las rosetas en el sitio control (A) y el sitio con extracción (B).....	47
Figura 22. Número promedio de hijuelos por individuo de todos los tamaños de diámetro en el sitio control (A) y el sitio con extracción, en 2014 y 2015.....	48
Figura 23. Probabilidad de producción de hijuelos/clones en razón del tamaño de diámetro de la base de las rosetas en el sitio control (A) y el sitio con extracción (B)....	49
Figura 24. Ciclo de vida de <i>Dasyilirion acrotrichum</i> y probabilidades de transición en el sitio control (A) y con extracción (B).Las flechas entre los rectángulos describen las probabilidades de transición entre los estadios de desarrollo y la regresión a una categoría inferior por achicamiento. Las arriba de cada casilla muestran la probabilidad anual de permanencia en esa categoría del tiempo t al tiempo $t+1$. La flecha sólida que sale de la categoría de adulto indica la producción de semillas. Las flechas punteadas que salen de adulto y de juvenil, indican la producción de hijuelos.....	51

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Categorías de tamaño de los individuos de <i>D. acrotrichum</i> , en función del diámetro de la base de la roseta.....	24
Cuadro 2. Densidad poblacional en 2014 y 2015 en los sitios de muestreo.....	40
Cuadro 3. Número de individuos reproductivos, número de escapos florales, proporción de hembras, promedio de semillas por escapo (\pm desviación estándar) y fecundidad del sitio control y el sitio con extracción. Cada genet puede presentar más de un vástago con capacidad reproductiva y más de un escapo floral.....	46
Cuadro 4. Resultados de los modelos lineales generalizados para evaluar el efecto de la extracción y el tamaño del diámetro sobre la producción de hijuelos en dos años de muestreo en los sitios de estudio. Se obtuvieron valores de χ^2 , grados de libertad (<i>gl</i>) y los valores de <i>P</i>	50
Cuadro 5. Cuadro de transiciones que representa la contribución de un individuo en cierto estadio en el tiempo <i>t</i> a otro estadio en el tiempo <i>t</i> +1 del sitio control. La columna <i>n_t</i> indica el número de individuos presentes en cada categoría o estadio en el tiempo <i>t</i>	49
Cuadro 6. Cuadro de transiciones que representa la contribución de un individuo en cierto estadio en el tiempo <i>t</i> a otro estadio en el tiempo <i>t</i> +1 del sitio con extracción. La columna <i>n_t</i> indica el número de individuos presentes en cada categoría o estadio en el tiempo <i>t</i>	51

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Guión de preguntas para entrevistas semiestructuradas realizada al dueño del sitio de extracción, mayordomo, arqueros/faeneros y las autoridades; principales actores sociales involucrados en el manejo de <i>D. acrotrichum</i> en fiestas de hace 10 años o más.....	72
Anexo 2. Guión de preguntas para entrevistas semiestructuradas realizada al dueño del sitio de extracción, mayordomo, arqueros/faeneros y las autoridades; principales actores sociales involucrados en el manejo de <i>D. acrotrichum</i> en fiestas actuales.....	76

Resumen

En el centro de Veracruz, México, se manejan de forma tradicional las hojas de *Dasyllirion acrotrichum* (Asparagaceae) llamada “cucharilla”, para elaborar arcos florales que son ofrecidos a los santos en las fiestas religiosas. Esta especie crece en zonas semiáridas, es endémica de México y se encuentra en la categoría de “amenazada” en la NOM-059-SEMARNAT-2010. La planta es utilizada sin considerar las normas oficiales que regulan su aprovechamiento (NOM-005-SEMARNAT-1997). Los objetivos de este estudio fueron conocer el método tradicional de extracción, la cantidad de colecta y el manejo de la planta para obtener la “cucharilla” utilizada en la construcción del “arco mayor” de la fiesta patronal de San Jerónimo en Coatepec, Veracruz y conocer los efectos de esta actividad en la dinámica poblacional de *D. acrotrichum* en Alchichica, Puebla. Se utilizó el método de observación participante y entrevistas semiestructuradas aplicadas a los actores principales involucrados en la extracción de esta especie y en la construcción del “arco mayor”. Se realizaron muestreos poblacionales de 2014-2015 en dos sitios de muestreo, con extracción (tres parcelas de 50 x 50 m) y sin extracción de la planta (dos parcelas de 50 x 50 m). En cada individuo se midió, el diámetro de la base de las rosetas, se contó el número de hijuelos (ramets), número de escapos florales por individuo, se determinó el género y se contó el número de semillas por escapo. Se encontró que el grupo de arqueros/faeneros se organiza bajo un sistema de mayordomía, donde el mayordomo actual ha permanecido en el cargo más de 10 años y tiene un acuerdo histórico con el propietario del sitio de extracción que le asegura la colecta de la planta anualmente. Los faeneros extraen los individuos (ramets y genets) que van de 12-19 cm de diámetro (adultos), los cortan desde la base de las hojas pegada al tallo extrayendo individuos completos. Los muestreos poblacionales mostraron que en el sitio con extracción la supervivencia de las plántulas (12%), el promedio de semillas por escapo floral ($21,348 \pm 2,179$) y porcentaje de germinación (10%) se reducen y la reproducción vegetativa se favorece en comparación con el sitio control (59%, $89,977.5 \pm 15,791$ y 16% respectivamente). En ambos sitios las poblaciones parecen estar disminuyendo, al presentar un valor de lambda (λ) < 1 (Sitio con extracción $\lambda = 0.80$ y sitio control $\lambda = 0.81$). Sin embargo, es necesario un estudio poblacional a largo plazo que permita hacer inferencias más contundentes sobre el efecto de la extracción sobre los parámetros poblacionales.

I.- Introducción

Desde sus orígenes, los humanos hemos manejado las especies silvestres de fauna y flora para sobrevivir. El uso de algunos recursos naturales ha llegado a una sobreexplotación, lo que ha provocado el deterioro o la desaparición local o global de las especies más vulnerables o más sobreexplotadas (Naranjo y Dirzo, 2009). Han surgido disciplinas como la etnobiología y la etnoecología que estudian las relaciones entre la naturaleza y la cultura; analizan la interacción de las cosmovisiones, conocimientos y técnicas tradicionales de manejo de los recursos naturales de las comunidades, así como los diversos efectos de éstas prácticas sobre los ecosistemas (Albuquerque, 1999; Reyes-García, 2007; Casas *et al.*, 2014). La investigación bajo el enfoque de estas disciplinas, permite realizar planes de manejo y de conservación de recursos naturales que incluyen los sistemas de manejo tradicionales de indígenas, campesinos o habitantes de las áreas de estudio, sin dejar a un lado el contexto social, cultural y político (Velasco, 1998).

Algunos de los recursos naturales más utilizados son los productos forestales no maderables (PFNM), ya que representan una fuente importante de ingresos económicos, contribuyen a la subsistencia y bienestar de la gente de las comunidades que los utilizan (Ticktin, 2004; Sanabria-Diago, 2013). Algunos de estos productos son semillas, flores, frutos, hojas, raíces, corteza, látex, resinas, aceites, pieles, cuernos, plumas, animales vivos, etc., que pueden ser utilizados como alimento, medicina, artesanías, en rituales, para construcción, entre otros usos (De la Peña e Illsley, 2001; Ticktin, 2004).

Una gran variedad de PFNM tienen usos ceremoniales, ya que son elementos fundamentales en procesos religiosos donde muchas de ellas sirven como decoración y ofrenda. Su uso se basa en el conocimiento empírico y tradicional de las comunidades o individuos por quienes son colectadas y transformadas en objetos rituales y ceremoniales (Mata-Labrada, 2013). Estas costumbres al estar estrechamente relacionadas a los recursos naturales, tienen un impacto sobre el medio ambiente ya que a pesar de que existen comunidades que cultivan plantas para obtener ciertos PFNM, la mayoría de estos productos derivan de plantas que se extraen de poblaciones silvestres (Ticktin, 2004). La extracción directa de estas poblaciones representa el segundo factor de impacto negativo sobre la biodiversidad, después de la destrucción del hábitat y puede afectar en diferentes niveles ecológicos (Naranjo y Dirzo, 2009). En algunos casos particulares aparece como el

factor de mayor efecto, impactando la estructura y dinámica poblacional de diversas especies (Ticktin, 2004).

México alberga muchas tradiciones en las que se utilizan plantas que son extraídas de sus poblaciones silvestres. Un ejemplo relevante son las fiestas patronales en las que se elabora un arco floral, el cual representa la ofrenda principal que el pueblo hace a su santo patrono. Estos arcos florales destacan por sus diseños y su tamaño, ya que algunos pueden llegar a medir 13 m de altura por 4 m de ancho, aproximadamente. En la última década, se estima que se han construido anualmente más de 70 arcos florales en los municipios de Coatepec, Teocelo, Acajete y Tlalnelhuayocan pertenecientes al Estado de Veracruz (Haeckel, 2008). En la década de 1960 sólo se construían 10 arcos anualmente en las mismas comunidades, pero el crecimiento demográfico, la urbanización y la consiguiente proliferación de nuevas parroquias y capillas, así como el mejoramiento del transporte que ha facilitado el acceso y la recolección de material vegetal, han contribuido al aumento del número de arcos florales (Haeckel, 2008). En el Municipio de Xico, Veracruz, hay varias capillas y una iglesia principal, en cada una de ellas se venera un santo distinto. Sólo este poblado se hacen por lo menos 30 arcos diferentes cada año (Mata-Labrada, 2013).

En la fiesta de San Jerónimo celebrada el 29 de septiembre en la cabecera municipal de Coatepec, Veracruz, una de las principales fiestas del Estado, los arcos florales se elaboran principalmente con madera de pino (*Pinus* spp.), bambú (*Arundo donax*), bromelias (*Tillandsia* spp.), bejucos (*Vitis* spp.), “cucharilla” (*Dasyllirion acrotrichum*), entre otros materiales vegetales. Le llaman “cucharilla a la base de las hojas pegada al tallo de *D. acrotrichum* y para obtenerla los faeneros cortan la planta desde la base foliar extrayendo los individuos completos para después procesarla, deshojarla y obtener las “cucharillas”.

En esta fiesta patronal se elaboran varios arcos para decorar las capillas e iglesias en los distintos barrios de Coatepec. Este estudio se enfoca en el “arco mayor” que es el más grande y el más importante de esta festividad por colocarse a la entrada del atrio de la parroquia de San Jerónimo. Se enfoca en la colecta de *D. acrotrichum* en Alchichica, Puebla para la obtención de la “cucharilla”, sitio en el cual se ha colectado este recurso para este arco, durante más de 50 años, ya que la familia del mayordomo encargado de la

elaboración del “arco mayor”, tiene un acuerdo histórico con la familia del propietario del sitio de extracción.

D. acrotrichum tiene una distribución muy restringida, ya que sólo crece en las zonas semiáridas de México, es endémica y es de lento crecimiento. Se encuentra en la categoría de especies amenazadas de la Norma oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y a pesar de ello ha sido muy poco estudiada (Bogler, 1994; Reyes-Valdés, 2012).

En este trabajo se documentó el método tradicional de colecta, la cantidad de ejemplares colectados, el aprovechamiento y manejo de *D. acrotrichum* por los arqueros/faeneros para obtener la “cucharilla” para el “arco mayor”. Se evaluó el efecto de la extracción de esta especie en las poblaciones de Alchichica, analizando sus atributos demográficos. La información obtenida en este estudio puede contribuir a la generación de propuestas de prácticas de manejo más eficientes de esta especie.

2. Antecedentes.

2.1. Descripción del género *Dasyilirion* Zucc.

Es importante mencionar que el género *Dasyilirion* ha sido reubicado en diferentes familias, actualmente se considera que es parte de la Familia Asparagaceae, de acuerdo a la nomenclatura de la base de datos del Jardín Botánico de Missouri, W3TROPICOS. Kim *et al.* (2010) consideran que la propuesta de la Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants 2009, requiere de incluir un mayor número de géneros y tribus para entender claramente las relaciones filogenéticas de la subfamilia Nolinoideae (Asparagaceae). Por lo que dichos autores prefieren seguir ubicando a los géneros *Beaucarnea*, *Calibanus*, *Dasyilirion* y *Nolina*, como integrantes de la familia Nolinaceae, hasta no tener evidencias morfológicas y moleculares más concretas.

Las especies del género *Dasyilirion* se distribuyen desde el sur de Estados Unidos a México, con límite sur en el estado de Oaxaca. Este género está representado por 20 especies, todas presentes en México (Rivera-Lugo y Solano, 2012). Las poblaciones de *D. lucidum* ubicadas en la parte norte de Puebla son simpátricas con *D. acrotriche*. Bogler (1994) indica que existen individuos con caracteres intermedios entre ambas especies. *D. lucidum* florece de mayo a Junio y fructifica de abril a noviembre (Rivera-Lugo y Solano, 2012).

Dasyilirion es una planta perenne, frecuentemente se propaga por semilla de origen sexual aunque también produce vástagos a partir de la cauda, que es la región de la base del tallo (Bogler, 1998). Su longevidad es variable, pero se sabe de plantas que han sobrevivido más de 150 años en condiciones de invernadero. Desde la germinación hasta la primera floración, transcurren de 12 a 15 años y continúan vivas después de la floración (iteróparas), la cual ocurre un número indeterminado de veces durante el ciclo de vida. Su característica reproductiva más notable es la dioecia, con presencia de plantas pistiladas y estaminadas, lo cual hace que la reproducción cruzada sea obligada. La inflorescencia se desarrolla en una estructura muy alta, llamada escapo o garrocha. La hembra en un año productivo puede generar de 0.25 a 2.7 kg de semillas que caen de la inflorescencia al ser agitada por el viento. En promedio se pueden contar 95,000 semillas por kilogramo. Es posible ver algunas plantas con varios tallos, los cuales presumiblemente proceden de la

misma semilla. No es posible distinguir el sexo de una planta si no tiene escapo floral; esto significa que pueden pasar entre 12 a 15 años antes de poder identificar si una planta es macho o hembra. Las plantas de éste género no tienen floración todos los años y los factores climáticos, mayormente la precipitación, parecen ser críticos para que ocurra el proceso reproductivo. (López-Barbosa, 2005; Hernández-Juárez, 2008; Sierra-Tristán *et al.*, 2008; citados por Reyes-Valdés, 2012).

2.2. Descripción de *Dasyilirion acrotrichum* (Schiede) Zucc.

Debido a que el género cambió de familia recientemente, la literatura encontrada está basada en la ubicación taxonómica anterior y la más comúnmente aceptada, es la que se presenta a continuación:

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht

Superorden: lillanae Takht

Orden: Asparagales

Familia: Asparagaceae Juss

Género: *Dasyilirion* Zucc.

Especie: *acrotrichum*

Sinonimia: *D. gracile*

Nombre común: "Cucharilla"

Descripción: Plantas perennes, policárpicas, con tallos leñosos, algunas veces arborescentes, troncos cortos o elongados de hasta 3 m de alto, erectos o inclinados cubiertos por la base de las hojas secas; raíces engrosadas y carnosas. Hojas persistentes, espiraladas, agrupadas en rosetas densas o laxas, fibrosas, angostas, de 30 a 170 cm de largo × 0.5 a 5 cm de ancho; la base se ensancha traslapándose entre sí, márgenes con espinas de 1 a 3 mm de largo, curvadas, antrorsas o retrorsas, raramente ausentes, ápices enteros o fibrosos formando un pincel, superficie glauca o cerosa. Inflorescencias paniculadas, alargadas, racemosas, bracteadas, delgadas, de 1.5 a 5 m de largo. Flores pequeñas, unisexuales, se presentan en fascículos constituidos por densos racimos cortos y delgados insertados en las axilas de las brácteas; pedicelos articulados. Las flores

masculinas presentan pedicelos ligeramente articulados, tépalos libres, elípticos a ovados, introrsos, irregularmente denticulados en el ápice, verde-amarillentos, a veces con máculas moradas, estambres exsertos, gineceo vestigial muy reducido. Las flores femeninas tienen brácteas pediceladas, pedicelos angostos o ligeramente ensanchados en el ápice, conspicuamente articulados en la madurez, tépalos elípticos, obovados o espatulados, denticulados irregularmente en el ápice, verde-amarillentos, con máculas moradas, estaminodios reducidos, ovario locular, angulado; nectarios septales, óvulos generalmente abortivos, sólo 1-2 se desarrollan; estilo corto, estigma lobado, lóbulos unidos formando un tubo. El fruto es una cápsula, indehiscente, con una delgada cubierta trialada y una semilla turbinada, trigona, testa lisa o rugosa (SEMARNAT-CONAFOR, s. f., Bogler, 1994).



Figura 1. Ejemplar de *Dasyilirion acrotrichum* con un escapo floral inmaduro.

Distribución: *Dasyilirion acrotrichum* es endémica de México, se distribuye en las regiones áridas, semiáridas del país en los estados de Hidalgo, Puebla, Veracruz, Querétaro, San Luis Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Estado de México y Zacatecas. Crece en suelos gravosos, con buen drenaje en laderas de cerros y arroyos de matorrales xerófilos y submontanos (Bogler, 1994; Rzedowski, 2006; López-Gutiérrez, 2010; Reyes-Valdés, 2012). En la región de Zapotitlan Salinas, Puebla; el periodo de floración de esta especie es entre los meses de marzo y junio (Arias-Toledo *et al.*, 2000)

Usos: Las hojas se utilizan en amarres de techados, que son tejidos para la construcción de cabañas rústicas. El mezote (el centro del tallo) se utiliza como leña cuando está seco (Arias-Toledo *et al.*, 2000). Tiene uso artesanal y cultural ya que se elaboran adornos con las bases de las hojas que están pegadas al tallo (“cucharillas”) para diferentes fiestas religiosas y con ellos decorar las calles, iglesias y capillas (López-Gutiérrez, 2010). Las flores, cuando están tiernas (“mamachis”) son cortadas y consumidas por los lugareños. El escapo floral, se corta, se pica y se le da de comer al ganado (chivas) para complementar su dieta cuando hay poco forraje o en época de sequías prolongadas (com. pers. A. Martínez).

2.3. Estado de conservación de *Dasyilirion acrotrichum*, de acuerdo a las normas internacionales y nacionales

De manera general y de acuerdo a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES), ninguna especie del género *Dasyilirion* es protegida a escala mundial en términos legales (Golubov *et al.*, 2007). Sin embargo, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT 2010, de protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestres; *Dasyilirion acrotrichum* se encuentra en la categoría de especies amenazadas, por lo que podría llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones. Dentro de estos factores se encuentra la utilización de flora nativa para la realización de ofrendas y danzas en celebraciones religiosas (NOM-059-SEMARNAT-2010).

La Norma Oficial Mexicana NOM-005-SEMARNAT-1997, establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal, con la finalidad de conservar, proteger y restaurar los recursos forestales no maderables y la biodiversidad de los ecosistemas, prevenir la erosión de los suelos y lograr un manejo sostenible de esos recursos (NOM-005-SEMARNAT-1997). Esta norma menciona dos géneros principales en el país de los cuales se aprovecha la planta completa, entre ellos *Dasyilirion* spp. señala que el dueño o poseedor del predio, para poder aprovechar las especies de éste género, deberá presentar una

notificación por escrito ante la Delegación Federal de la Secretaría en la entidad federativa correspondiente, misma que podrá ser anual o por un periodo máximo de 5 años. Los requisitos de dicha notificación se detallan en la NOM-005-SEMARNAT-1997 del Diario Oficial de la Federación.

Por otra parte, al ser *Dasyilirion acrotrichum* una especie con estatus (amenazada), el interesado en coleccionar ejemplares de esta especie deberá solicitar una autorización para su aprovechamiento, de acuerdo a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y demás ordenamientos legales aplicables. Para el aprovechamiento de esta especie, cuando esté en etapa de floración o con semilla, sólo se permitirá aprovechar como máximo el 60% de los individuos, con la finalidad de favorecer la reproducción por semilla (NOM-005-SEMARNAT-1997). El transporte de plantas completas en cualquier vehículo automotor, desde el predio hasta el lugar donde se almacenará; se llevará a cabo al amparo de la remisión de factura expedida por el dueño o poseedor del recurso. No especifica el procedimiento a seguir cuando el recurso natural es donado por el dueño.

2.4. Importancia del estudio poblacional de PFMN y la evaluación de sus prácticas de manejo tradicionales

Los productos forestales no maderables (PFNM) son los bienes de origen biológico distintos de la madera, derivados de los bosques, otras tierras boscosas y árboles fuera de los bosques que han sido, son aprovechados o pueden tener un uso potencial por las sociedades (FAO, 1999; Belcher, 2003; Sanabria-Diago, 2013). El interés en estudiar las plantas de las que se obtienen estos productos, ha aumentado debido a la preocupación de la creciente deforestación de los bosques y a la sobre explotación de los recursos naturales. Esto sucede cuando la dependencia de las plantas útiles y silvestres es muy arraigada y su modo de obtención y manejo no es eficiente (Mata-Labrada, 2011).

Se entiende como manejo a las intervenciones, transformaciones o decisiones sobre los sistemas naturales y artificiales, sus elementos o recursos y sus procesos funcionales o servicios ecosistémicos, con fines determinados. El manejo se expresa en las diferentes formas de aprovechamiento (apropiación, obtención y uso de recursos, procesos y sistemas), las de conservación, restauración o recuperación (Casas *et al.*, 2007, 2014). Las

acciones de manejo suceden a distintas escalas temporales, espaciales y de niveles ecológicos de complejidad y se encuentran en distintas escalas de organización humana (Casas *et al.*, 2014).

Entre los años 1993-2001 se estimaron entre 4000-6000 especies de plantas no maderables con importancia comercial en todo el mundo (Ticktin, 2004). En México entre los años 1985-2003 se estimaron 950 especies de plantas que proporcionan PFNM, de las cuales solo el 10% se comercializaba y estaba regulada. La mayoría de estos recursos eran de uso local y se obtenían por recolección (Tapia-Tapia y Reyes-Chilpa, 2008). Actualmente se han identificado aproximadamente 5000 especies de plantas útiles que desempeñan un papel importante en la vida tradicional y rural de muchas comunidades del país (Wilsey y Nelson, 2008; Semarnat, 2012).

El manejo de productos forestales no maderables (PFNM), muchas veces implica la extracción de individuos completos de sus poblaciones naturales, pudiendo tener consecuencias ecológicas negativas como el alterar la fisiología y las tasas vitales de individuos, cambios demográficos y cambios en los patrones genéticos de las poblaciones, así como los procesos a nivel comunidad y ecosistema (Ticktin, 2004). La intensa extracción ha ocasionado que, a pesar de la gran capacidad de regeneración de algunas las plantas, muchas poblaciones naturales hayan sido eliminadas como resultado de la explotación del recurso (Ticktin, 2004; Semarnat, 2012).

Muchas investigaciones etnoecológicas sobre el manejo de PFNM muestran que los efectos de la extracción están mediados por diferentes fuentes de variación como la tolerancia a la cosecha de acuerdo a la historia de vida y de la parte de la planta que es cortada, así como las condiciones ambientales sobre el espacio y el tiempo y por las prácticas de manejo humanas (Ticktin, 2004). Por ello, la determinación de los parámetros y atributos demográficos de las poblaciones de plantas útiles como la densidad, la estructura poblacional, la producción de flores, frutos y semillas y el establecimiento de los individuos pueden proporcionar información necesaria para contribuir en el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (Godínez-Álvarez *et al.*, 2008). Los estudios poblacionales pueden reflejar los impactos de la cosecha a largo plazo o revelar los niveles de aprovechamiento sostenibles, especialmente para las especies de larga vida o cuando los impactos tienden a ser acumulativos (Endress *et al.*, 2006).

El análisis de las poblaciones con herramientas como los modelos matriciales, permite conocer detalladamente la contribución de cada etapa del ciclo de vida sobre la tasa de crecimiento poblacional y permiten determinar si la población de la especie en estudio crecerá a largo plazo, permanecerá estable o disminuirá de acuerdo a las condiciones actuales. Sin embargo, a pesar de su importancia, el uso de modelos de matrices para evaluar los impactos de la cosecha de PFNM es aún poco frecuente sobre todo en las regiones donde el comercio de plantas silvestres es más fuerte (Schmidt *et al.*, 2011)

Por lo anterior, el estudio de las prácticas de manejo, el conocimiento tradicional de una comunidad sobre los recursos naturales y la evaluación del efecto de estas prácticas sobre las poblaciones naturales de las plantas, puede generar información que permita plantear estrategias de conservación y manejo adecuado de la biodiversidad a largo plazo para así también preservar las tradiciones y rituales que dependen de estas plantas (Toledo y Boege, 2009; García-Valenzuela, 2011).

2.5. Estudios poblacionales de PFNM con manejo tradicional

La investigación científica interdisciplinaria en etnobiología involucra la determinación del tipo de manejo, técnicas de recolección local, importancia cultural del recurso y aspectos poblacionales de los organismos. Esta información es relevante para generar alternativas de aprovechamiento sustentable de las poblaciones de plantas silvestres que proporcionan PFNM. De manera particular, los estudios poblacionales en los que se analizan los principales parámetros poblacionales (fecundidad, supervivencia y crecimiento) son indispensables para evaluar el efecto de las prácticas tradicionales de manejo sobre los PFNM (Godínez-Álvarez *et al.*, 2008).

En algunos estudios realizados con plantas, en las que se extrae parte de los individuos, se han observado que las tasas de extracción con técnicas tradicionales que no afectan la sobrevivencia de los individuos y la viabilidad de la población ya que la reproducción vegetativa es favorecida. Esto se ha reportado para el caso de *Laelia autumnalis* (Rodríguez *et al.*, 2012), en especies del palmas del género *Sabal* (Ballesté *et al.*, 2008) y en especies del género *Agave* (García-Valenzuela, 2011).

En otros estudios si se ha registrado un efecto negativo de la cosecha en las poblaciones, por ejemplo en el caso de *Sabal yapa* (Pulido *et al.*, 2007), *Euphorbia*

antisiphilitica (Martínez-Ballesté y Mandujano, 2013), *Chamaedorea radicali* (Endress *et al.*, 2006) y *Agave potatorum* (Torres *et al.*, 2015) la tasa de crecimiento poblacional decrece por la reducción en la fecundidad y la supervivencia de plántulas. Para *Stenocereus stellatu*, *Prosopis laevigata*, *Castela tortuosa* y *Agave marmorata* se observó el mismo efecto a pesar de que la propagación vegetativa fue el método de reproducción más común entre las poblaciones (Godínez-Álvarez *et al.*, 2008). También se ha reportado que la extracción continua de las hojas de *Brahea dulcis* afecta la fisionomía de los adultos de esta especie (Pavón *et al.*, 2006).

Los resultados obtenidos en estos estudios pueden aportar información para proponer modificaciones en las prácticas de cosecha y manejo local de estos PFNM haciéndolas más eficientes y sostenibles. Por ejemplo, con base en una experiencia exitosa de manejo de *A. cupreata*, se sugieren que se respeten por lo menos 30% de los individuos reproductivos para asegurar la provisión de semillas y la recuperación natural de las poblaciones si se quiere seguir utilizando este recurso, como se ha venido haciendo desde hace mucho tiempo (Illsley *et al.*, 2007).

2.6. Estudios sobre el manejo de *Dasyliirion* spp.

Estudios sobre el impacto del manejo tradicional en las poblacionales del género *Dasyliirion* son incipientes, a pesar de la importancia que tienen estas plantas en diversas actividades humanas. Existen investigaciones sobre su distribución geográfica, taxonomía, germinación y en cierta medida sobre su fermentación alcohólica y contenido de azúcares. Sin embargo, hay muchos aspectos sobre su biología que se ignoran como su ciclo de vida, reclutamiento de individuos, etc., por lo que es necesario realizar estudios que puedan generar información necesaria para establecer estrategias de manejo sustentable sobre las especies de éste género.

Una de las especies más estudiadas es *Dasyliirion cedrosanum*, ya que en el norte de México es sometida a una explotación intensa para producir a base de fermentación una bebida llamada “sotol”. Se han realizado investigaciones que ayudan a estimar la cantidad de ejemplares aprovechables de las poblaciones naturales de la especie, para producir esta bebida (Cano *et al.*, 2005). Se han estudiado sus interacciones con otras especies de matorral rosetófilo, registrado una fuerte asociación con *Quercus intricata*, *Agave*

lecheguilla y *Euphorbia antisiphiliticas* (Encina-Domínguez *et al.*, 2013), así como estudios sobre su distribución espacial (Robles Esparza *et al.*, 2008).

Poco se sabe de la germinación *in situ* y *ex situ* de *Dasyllirion* spp., a pesar de ser uno de los procesos más vulnerables por los que atraviesa el ciclo vital de una planta (Sierra-Tristán *et al.*, 2008). Sin embargo, hay estudios que se han enfocado en la germinación de semillas de *D. cedrosanum* bajo condiciones controladas (laboratorio o vivero), ya que presentan un tipo de letargo que influye en la distribución espacial y temporal de la germinación y por lo tanto influye en la propagación y supervivencia de la especie (Bewley y Black, 1978, citado por Sierra-Tristán *et al.*, 2008). Otros estudios se han enfocado en métodos para romper la latencia de sus semillas ya que esto afecta la producción de individuos y por lo tanto, la producción de sotol (Arce-González *et al.* s/a). También se ha evaluado la germinación de semillas de *D. leiophyllum* y *D. sereke* (Vega-Cruz *et al.*, 2006).

Los estudios sobre el uso artesanal de *Dasyllirion* spp. en actividades culturales son escasos, pero se puede mencionar el trabajo etnobotánico de López-Gutiérrez (2010) sobre *D. acrotrichum* que es utilizado en el Estado de Hidalgo para la elaboración de arcos florales y diferentes ornamentos en otras fiestas del Estado. La cantidad de ejemplares colectados por una comunidad varía de 10 hasta 60 individuos por año, seleccionando los más altos. El método de colecta consiste en cortar la planta desde la base del tallo con ayuda de un hacha y los colectores no hacen diferencia entre hembras o machos. En algunas comunidades, los arcos florales ya no son construidos con hojas de *D. acrotrichum*, debido a que cada año es más difícil tener acceso a éste recurso, ya que en algunos casos se les prohíbe cortarla por encontrarse enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por otro lado, también se ha estimado la densidad y la estructura poblacional de *D. acrotrichum* en una zona templada semiárida en límites entre Veracruz y Puebla. Registraron 494 plantas y 1716 rosetas, de las cuales 67.2% fueron vivas, 32.7% estaban muertas y 4.54% presentaron una muerte reciente. La densidad fue de 1074 plantas/ha y 4086 rosetas /ha. El diámetro más frecuente (30%) fue de 10 cm. El promedio de rosetas por planta fue de 2.5, el porcentaje de individuos muertos y vivos fue menor en la base que en las partes altas del cerro. En otra investigación se encontró que se extraen aproximadamente 540-1,080 rosetas al año para fines religiosos y 9,600 rosetas para forraje y la regulación comunitaria parece

ser efectiva, pues no se reportó un efecto negativo en la población estudiada (Samaniego-Herrera *et al.*, 2001).

2.7. Beneficios culturales de los recursos naturales.

La diversidad biológica contribuye directamente e indirectamente al bienestar humano ya que aporta los materiales básicos para subsistir, influye en la salud y las relaciones sociales. Los beneficios que obtenemos gratuitamente de la naturaleza se conocen como servicios ambientales. Estos servicios no siempre son locales, en el sentido de que los ecosistemas que los posibilitan no necesariamente se encuentran en el mismo sitio donde se obtiene el beneficio. Se agrupan en cuatro categorías: soporte, regulación, provisión y culturales. Estos últimos, son los beneficios no materiales que se obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento espiritual, desarrollo cognitivo, recreación y experiencias estéticas (MEA, 2005; Semarnat, 2012). Según las fuentes citadas, estos servicios incluyen:

- a) Diversidad cultural: la diversidad de los ecosistemas es uno de los factores que influye en la diversidad de las culturas. Muchas de ellas otorgan un valor no material al mantenimiento de sus paisajes o especies significativas.
- b) Valor espiritual y religioso: muchas religiones atribuyen valor espiritual a los ecosistemas o sus componentes.
- c) Los sistemas de conocimiento (tradicional y formal): los ecosistemas influyen en los tipos de sistemas de conocimientos de las diferentes culturas.
- d) Valores educativos: los ecosistemas, sus componentes y procesos proporcionan la base para la educación formal e informal en muchas sociedades.
- e) Inspiración: los ecosistemas proporcionan una rica fuente de inspiración para el arte, el folclore, los símbolos nacionales, la arquitectura y la publicidad.
- f) Valores estéticos: muchas personas encuentran la belleza o valor estético en varios aspectos de los ecosistemas, como se refleja en el apoyo a parques, recorridos paisajísticos, y la selección de los lugares de vivienda.
- g) Las relaciones sociales: los ecosistemas influyen en los tipos de relaciones sociales que se establecen en las culturas particulares.

Aunque el uso de los servicios culturales ha seguido creciendo, la capacidad de los ecosistemas para proporcionar beneficios culturales ha disminuido significativamente en el

siglo pasado (Semarnat, 2012). Las culturas humanas están fuertemente influenciadas por los ecosistemas y los cambios en ellos pueden tener un impacto significativo en la identidad cultural y la estabilidad social. Las culturas humanas, los sistemas de conocimiento, las religiones, los valores patrimoniales, las interacciones sociales y los servicios de esparcimiento (como el goce estético, la recreación artística y realización espiritual, y el desarrollo intelectual) siempre han sido influenciados y moldeados por la naturaleza y las condiciones del ecosistema. Muchos de estos beneficios se están degradando, ya sea a través de cambios en los ecosistemas (una reciente declinación rápida en el número de los bosques sagrados y otras áreas protegidas) o a través de cambios sociales (como la pérdida de los idiomas o de conocimientos tradicionales) que reducen el reconocimiento o aprecio de la gente de esos beneficios culturales. La rápida pérdida de ecosistemas y paisajes de valor cultural puede contribuir a trastornos sociales y la marginación social (MEA, 2005).

2.8. Los arcos florales en Coatepec, Veracruz y la utilización de recursos naturales para su elaboración.

La elaboración de ofrendas florales en forma de arcos es una actividad prehispánica que viene desde los totonacos y los huastecos con la celebración de los ritos de siembra y recolección que tenían como fondo hojas de maíz (Espejo *et al.*, 1994). Arrieta-Fernández (2004) menciona que en Veracruz esta ofrenda es de origen Nahuatl. El arco es un punto simbólico en el que se integran las formas rituales indígenas para acercarse a lo sagrado de la naturaleza (Madrazo y Urdapilleta, 2008).

La devoción a San Jerónimo por el pueblo de Coatepec, Veracruz se heredó de los primeros cristianos catequizados por los padres franciscanos que llegaron a esta comunidad alrededor del año 1550, quienes en 1664 le dieron el título de “San Jerónimo Coatepec”. Para 1702, Coatepec es asentado en su ubicación actual y se comienza a construir el templo parroquial en honor a su santo patrón, el cual es terminado en 1743 (Domínguez-Valerio, 2014; Cuevas-Alba, 1986). El origen de la fiesta patronal no tiene un referente exacto, sin embargo, se sabe que los curas que dirigían la parroquia, comenzaron a organizar grupos de católicos llamados “mayordomías”, quienes hacían recolección de limosnas para costear estas festividades y apoyar económicamente a quienes se encargaban de confeccionar los arcos florales (Arco mayor y arcos menores) en honor al santo (Cuevas-Alba, 1996). Este

sistema de cargos fue impuesto en México por los colonizadores españoles en las comunidades indígenas de origen mesoamericano, donde el mayordomo es una autoridad religiosa dentro de la comunidad y tiene a su cargo la organización de la fiesta y las ofrendas para el o los santos del pueblo, sin embargo, las funciones del mayordomo pueden variar entre regiones (Barrera-Caraza, 1992; Tadeo-Castro, 2007). Actualmente, la mayordomía del arco mayor en Coatepec es encabezada por un sólo mayordomo, pero en otras comunidades aledañas esta organización es diferente y pueden existir más de un mayordomo en cada fiesta religiosa

Ramírez-Suchil (1989) menciona que en un principio la ofrenda para San Jerónimo era sólo de flores y tenchos silvestres (bromelias). Actualmente, el mayordomo organiza a los arqueros o también llamados faeneros (artesanos locales que confeccionan el arco floral) para extraer los materiales vegetales para elaborar el arco mayor. Colectan bromelias del género *Tillandsia* spp., liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), pino (*Pinus* spp.), ciprés (*Cupressus* spp.), bejucos (*Vitis* spp.), bambú (*Arundo donax*), heliconia (*Heliconia* spp.). Estos materiales se colectan en los alrededores de Coatepec, donde predomina el bosque mesófilo de montaña, pero uno de los principales materiales se colecta en otro tipo de ecosistema más distante, la “cucharilla (*D. acrotrichum*), que crece en zonas áridas y semiáridas de México (Ramírez-Súchill, 1986; Haeckel, 2008).

Para elaborar el arco floral, se hace un entretejido con el bambú y el bejuco que es sostenido sobre un armazón de madera de pino. Con las flores de bromelias, heliconias, ciprés y cucharilla decoran el arco formando una imagen simbólica referente a diversos aspectos de la religión que se renueva anualmente. Puede llegar a medir 15 x 4m, aproximadamente, ya que enmarca la entrada principal de la parroquia (Madrazo y Urdapilleta, 2008).

En la fiesta de san Jerónimo el arco floral es la ofrenda principal que todo el pueblo le hace a su santo patrón, es motivo de orgullo e identidad, lo que ha contribuido a que la tradición de los arcos florales se arraigue al paso del tiempo y el número de arcos construidos se incrementa. Actualmente, se construyen más de 70 arcos por año en Coatepec, Teocelo, Acajete y Tlalnelhuayocan, municipios del Estado de Veracruz (Haeckel, 2008). En la década de 1960 sólo se construían 10 arcos anualmente en las mismas entidades. Por otro lado, el crecimiento demográfico, la urbanización y la

consiguiente proliferación de nuevas parroquias y capillas, así como el mejoramiento del transporte que ha facilitado el acceso y la recolección de los materiales vegetales, han contribuido al aumento del número de arcos florales que se realizan (Haeckel, 2008). Por ejemplo, en Xico hay varias capillas y una iglesia principal, en cada una de ellas se venera a un santo distinto. En este poblado se hacen por lo menos 30 arcos diferentes cada año (Mata-Labrada, 2013).

3. Justificación.

En la actualidad, la demanda de *Dasylliron acrotrichum* para obtener la “cucharilla” se ha incrementado para sostener el creciente número de arcos florales. Actualmente se construyen más de 100 arcos por año en los municipios del centro de Veracruz (Coatepec, Teocelo, Acajete, Tlalnelhuayocan y Xico) (Haeckel, 2008; Mata-Labrada, 2011). Sin embargo, esta cantidad puede ser mayor debido a que no se han contabilizado los arcos de otros municipios circundantes que también mantienen esta tradición. Este trabajo se enfoca en la construcción del “arco mayor” de la fiesta patronal de Coatepec, Veracruz (una de las fiestas más importantes del Estado) y su sistema de cargos de mayordomías. Se registró la extracción (técnica, cantidad y sitio) de *D. acrotrichum*, su aprovechamiento, el proceso de obtención de la “cucharilla” y la elaboración de este arco floral. Los faeneros que construyen este arco, colectan las plantas que tienen los diámetros más grandes y un mayor número de hojas, cortando los ejemplares desde la base las hojas que esta al tallo. Colectan plantas hembras o machos, con y sin escapos florales. Han extraído las plantas con éste método durante más de 50 años.

La extracción sin regulación de *D. acrotrichum* puede tener efectos negativos en sus poblaciones naturales, afectando los procesos vitales de la especie y provocando un elevado índice de mortalidad, ya que se extraen los individuos completos (adultos) desde la base del tallo, se extraen machos, hembras y ejemplares en floración, indistintamente (Ticktin, 2004; Haeckel, 2008; Naranjo y Dirzo, 2009; Martínez-Ballesté y Mandujado, 2013; Torres *et al.*, 2015). Aunque la planta también se reproduce vegetativamente, su crecimiento es muy lento, por lo que la extracción podría reducir el vigor de las plantas y estar rebasando la capacidad de regeneración natural de la especie. Esto puede provocar la disminución en el reclutamiento de plántulas por semillas y la reducción del tamaño de las poblaciones a niveles críticos (Peters, 1996; Ticktin, 2004; Haeckel, 2008; Mata-Labrada, 2013). Aunado a lo anterior, *D. acrotrichum* se encuentra en la categoría de “amenazada” en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se carece de información sobre la biología y los parámetros poblacionales de la especie.

Por lo anterior, es importante realizar estudios interdisciplinarios que evalúen el impacto de la extracción directa de las poblaciones naturales de plantas y su manejo tradicional. De este modo se pueden proponer estrategias de manejo sustentable en las que se incluyan el monitoreo y un control más estricto del recurso en las zonas de colecta, trabajando en conjunto las autoridades, investigadores, dueños de los predios en los que crece *D. acrotrichum* y las comunidades que utilizan esta planta para preservar sus tradiciones.

4. Preguntas de investigación.

1. ¿Cómo se utiliza tradicionalmente *D. acrotrichum* en la elaboración de arcos florales en la fiesta patronal de Coatepec, Veracruz?
2. ¿Cuál es el método de extracción y cuántos individuos de *D. acrotrichum* se colectan para la elaboración del arco mayor en la fiesta patronal de Coatepec.
3. ¿Cuál es el efecto del método de extracción de “la cucharilla” en las poblaciones naturales de *D. acrotrichum*?

5. Objetivos

5.1. Objetivo general.

Conocer el manejo tradicional, los sitios, método de extracción y la cantidad de ejemplares colectados de *D. acrotrichum* para la elaboración del arco mayor de la fiesta patronal de Coatepec, Veracruz y evaluar su impacto en las poblaciones naturales.

5.2. Objetivos particulares.

1. Conocer el proceso de elaboración del arco mayor de la fiesta patronal de Coatepec, Veracruz.
2. Documentar el método de selección y extracción de *D. acrotrichum* en la zonas de colecta.
3. Evaluar el efecto del método de extracción de *D. acrotrichum* en las poblaciones naturales donde se colecta, analizando diferentes atributos demográficos (densidad, estructura de tamaños, supervivencia, fecundidad, tasa de crecimiento del tamaño de los individuos y tasa finita de crecimiento poblacional).

6. Métodos

6.1. Zonas de estudio.

6.1.1. Coatepec, Veracruz. Sitio de elaboración del arco floral

Este municipio se encuentra en la región central del estado de Veracruz, México, a 8 km al sur de la Capital Xalapa, a 20 km al este del Cofre de Perote. Su población total es de 86,696 habitantes, de los cuales el 89.5% son católicos (INEGI, 2010). Su superficie es de 202.4 km². Se ubica entre los paralelos 19° 21' y 19° 32' de latitud norte; los meridianos de 96° 47' y 97° 06' de longitud oeste; altitud entre 500 y 2900m sobre el nivel del mar. Colinda la norte con los municipios de Perote, Acajete, Tlalnehuayocan, Xalapa y Emiliano Zapata; al este con Emiliano Zapata y Jalcomulco; al sur con Jalcomulco, Tlaltetela, Teocelo y Xico y al oeste con Xico, Perote y Acajete. El clima es semicálido húmedo con abundantes lluvias en Verano (42%), semicálido húmedo con lluvias todo el año (35%), templado húmedo con lluvias todo el año (16%), cálido subhúmedo con lluvias en verano (6%) y semifrío húmedo con abundantes lluvias en verano (1%). Tiene un rango de temperatura de 10-24°C y un rango de precipitación de 1100-1200mm. Debido a su gran humedad durante todo el año y a su altura predomina el bosque mesófilo de montaña (SNIEG, 2014).

6.1.2. Alchichica, Puebla. Sitio de extracción y sitio control.

Alchichica, Puebla está ubicada en la zona central de la cuenca Libres–Oriental Puebla, a 21 km aproximadamente de la Ciudad de Perote Veracruz, en la zona del altiplano semiárido del municipio de Tepeyahualco. Se localiza en las coordenadas 19° 26' 56.1''N 97° 22' 25.4'' O y 19° 26' 55.6''N; 97° 22' 27.1''O, a una altitud que oscila entre los 2,337-2,407 m (García-Martínez, 2010). La cuenca Libres–Oriental es una depresión limitada hacia la parte oriental por una cadena de estrato de volcanes andesíticos del Cuaternario, que mencionados de norte a sur, son: Cofre de Perote, La Gloria, Las Cumbres y el Citlaltépec o Pico de Orizaba los cuales forman una topografía que divide el altiplano de la planicie costera del golfo de México. Presenta cerros de naturaleza caliza y volcánica, con un clima semiárido de matorrales, una vegetación natural representada por izotales, matorrales xerófilos y rosetófilos llamado así porque algunos de sus elementos presentan

las hojas agrupadas en forma de roseta (sin tallo manifiesto) como el maguey (*Agave* spp.), el sotol (*Dasyilirion acrotrichum*) y las palmas (*Nolina parvifolia*) (Rzedowski, 1975). También presenta pastizales halófilos, nopaleras, bosques de *Pinus pinea* donde crece con especies de *Hechtia* y *Yucca*. El cultivo de temporal es principalmente maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), haba (*Vicia faba*), trigo (*Triticum aestivum*) y avena (*Avena sativa*) (Bravo-Hollis, 1978).

Los sitios para muestreos poblacionales se ubican en Alchichica, Puebla y tienen diferentes tenencias de tierra. El sitio de extracción donde colectan los arqueros/ faeneros del “arco mayor de Coatepec, Veracruz es propiedad privada y el acceso es controlado por el dueño. El sitio control es un sitio donde no se extraen ejemplares de *D. acrotrichum* para elaborar arcos florales y es una propiedad ejidal, la cual está a cargo del Consejo de vigilancia y del Comisariado ejidal de San José Alchichica, Tepeyahualco, Puebla (Fig. 2).

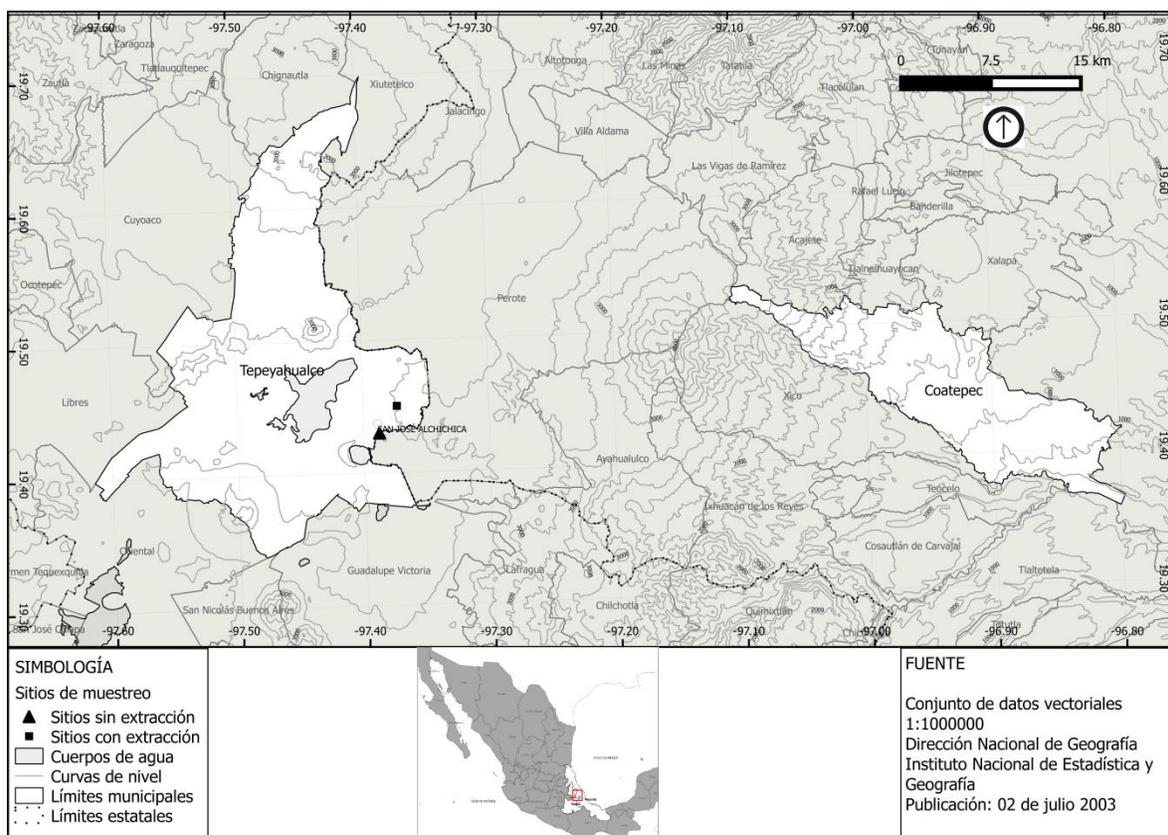


Figura 2. Ubicación de las zonas de estudio (Coatepec, Veracruz y Alchichica, Puebla) y los sitios de muestreo

6.2. Obtención de información socio-cultural

a) Observación participante

Para obtener información acerca del uso tradicional de *D. acrotrichum* se utilizó la observación participante que se refiere a convivir con la gente y compartir con ésta los distintos aspectos de su vida, como sus rituales o celebraciones religiosas (Martin, 2000). Para ello previamente se obtuvo el consentimiento del mayordomo del “arco mayor” (persona encargada de la construcción del arco), en la fiesta patronal de Coatepec, Veracruz, para poder acompañar al grupo de arqueros/faeneros (hombres que participan en la colecta de los materiales para elaborar el arco mayor y en su construcción) durante el proceso de construcción del arco con base en visitas programadas y observar las tareas referentes a ello. El registro del proceso de la elaboración del arco de San Jerónimo se llevó a cabo desde el 18 de agosto hasta el 20 de octubre de 2013. Se acompañó a los faeneros y al mayordomo a Alchichica el día de la colecta de *D. acrotrichum*, durante el cual se logró documentar el sitio de extracción de la planta, el criterio de selección, el método de colecta y la cantidad de ejemplares colectados.

b) Entrevistas semiestructuradas.

Mediante entrevistas semiestructuradas (cubriendo temas en un orden determinado; Bernard, 1994; Alexiades, 1996) con el mayordomo y los arqueros (o también llamados faeneros), se obtuvo información para describir la organización de su sistema de cargos (mayordomía), responsable de la elaboración del arco mayor. A cada informante se le abordó con preguntas generales para conocer la forma en que se organizan y si ésta se ha mantenido a través de los años o se ha modificado. Se reunió información acerca de las prácticas de manejo, número de plantas colectadas, métodos de extracción, estimación de la colecta de *D. acrotrichum* y también información referente a la tradición de los arcos florales en Coatepec (Anexo 1 y 2).

También se hicieron entrevistas semiestructuradas al dueño del sitio de extracción, abordando preguntas sobre el uso de la planta, las épocas de corte, el manejo local, el valor económico de la planta, el número de grupos arqueros que colectan la planta en su propiedad, etc. (Anexo 1 y 2).

6.3. Evaluación poblacional de *D. acrotrichum*

6.3.1. Trabajo de campo

Para analizar los atributos demográficos de la población de *D. acrotrichum*, en la localidad de Alchichica, en 2014 se establecieron dos sitios de muestreo (extracción y control) a través de recorridos de reconocimiento. La distancia entre sitios es de aproximadamente 2.80 km lineales. En los sitios de estudio se delimitaron parcelas de muestreo permanentes de 50 x 50 m, paralelos a la base del cerro, con una distancia mínima entre ellos de 100 m. En el sitio con extracción se establecieron tres parcelas, teniendo un área total de muestreo de 7,500 m². En un principio, en el sitio control también se establecieron tres parcelas, pero en 2015 ocurrió un incendio en el sitio y se perdió una de las parcelas, dejando un área total de muestreo de 5,000 m².

Debido a que *D. acrotrichum* presenta reproducción sexual y vegetativa, las plantas que se encontraban agrupadas en una sola colonia fueron consideradas como un solo individuo (colonia clonal o genet). Se determinó que las plantas que se encontraron en solitario, son derivadas de reproducción sexual o de semilla y también fueron considerados como individuos. Los vástagos unidos a otras plantas (hijuelos, clones o ramets), derivados de propagación vegetativa, sólo se contabilizaron para estimar la reproducción asexual y no fueron considerados como individuos. En el ciclo de vida sólo se muestra la contribución vegetativa de los adultos y juveniles como el número promedio de hijuelos producidos de un año a otro. No se muestra la transición de los hijuelos a otra categoría, porque no fueron considerados individuos y no fueron medidos.

Se estimó la densidad poblacional de cada sitio cuantificando el número de individuos/colonias por área de muestreo (ind/m²). En marzo de 2014, a las plantas encontradas en cada sitio, se les marcó individualmente con etiquetas metálicas sujetas a las hojas con alambre. Con una cinta métrica se midió la altura total de los individuos (desde el suelo hasta las puntas de las hojas centrales más altas) y el diámetro de donde se une tallo con base de las hojas de cada individuo. En el caso de las colonias (genets), se midió sólo el diámetro del individuo más grande (madre). Se contó el número de hijuelos (ramets) por individuo. La cobertura de las plantas fue estimada considerando el área de un círculo ($\pi \cdot r^2$), midiendo dos diámetros cruzados del individuo. En septiembre del mismo año se contó el número de escapos florales por individuo o genet y se determinó el género de las plantas

(Fig. 3). En marzo de 2015 se les volvieron a tomar los datos de las variables mencionadas anteriormente en todos los individuos de los sitios de estudio, a excepción del número de escapos florales, ya que no correspondía con la época de floración. Los datos sobre altura y cobertura no se analizaron, ya que al tratarse de una planta de lento crecimiento, estas variables no muestran cambios notorios de un año a otro.

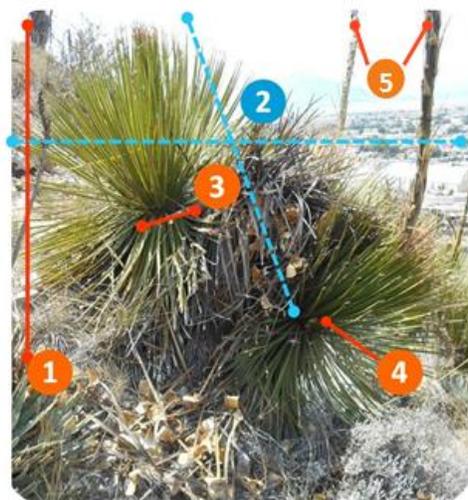


Figura 3. Criterios de medición de las diferentes variables (1) Altura total, (2) Cobertura, (3) Diámetro, (4) No. de hijuelos y (5) número de escapos florales.

6.3.2. Supervivencia

Se calculó la supervivencia (t_{+1}/t) y la mortalidad de las poblaciones de ambos sitios de estudio a través de la proporción del número de individuos inicial (t) y el número de individuos final (t_{+1}).

6.3.3. Estructura de tamaños y categorías

La estructura de las poblaciones estudiadas, presenta todos los tamaños de diámetro de los individuos censados, ya que los arqueros/faeneros seleccionan las plantas que van a colectar en razón del diámetro de la base de las plantas. Al presentar todos los tamaños, se puede observar cuales son las tallas de las plantas más colectadas y comparar la estructura de tamaños entre sitios.

También se presenta la estructura de la población en categorías de tamaños en función del diámetro y estado de desarrollo para proponer un ciclo de vida de *D. acrotrichum* y mostrar las probabilidades de transición entre ellas. Los individuos de cada sitio se agruparon en tres categorías de tamaño que se muestran a continuación:

Plántula: Corresponde a los individuos con los diámetros más pequeños de origen sexual

Juveniles: Son los individuos con tamaños de diámetro intermedio entre plántulas y adultos, son de origen sexual y pueden producir vástagos clonales (hijuelos). En el ciclo de vida propuesto, bajo el recuadro de juveniles, se muestran los hijuelos para poder señalar la contribución clonal de los individuos que presentan este tipo de reproducción (juveniles y adultos). Los hijuelos son individuos de origen vegetativo y son clones del individuo madre. No pasan por el estadio de plántula, es decir, que su desarrollo comienza en la etapa juvenil y pueden llegar a ser individuos independientes fisiológicamente (Franco, 1990; Mandujano *et al.*, 1998).

Adultos: Son los individuos con los tamaños de diámetro más grandes, que presentaron escape floral y por lo tanto, tienen capacidad reproductiva. Estos individuos que pueden tener origen sexual o vegetativo. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Categorías de tamaño de los individuos de *D. acrotrichum*, en función del diámetro de la base de la roseta.

Categoría de tamaño	Diámetro (cm)
Plántula	0.5 - 2.5
Juvenil	3 - 6
Adulto	7 - 28

Se calculó la tasa de crecimiento promedio del diámetro de los individuos por categorías y entre sitios de un año a otro (2014-2015). Se realizó una prueba de *t* para comparar las tasas de crecimiento de cada categoría entre sitios.

6.3.4. Germinación

En septiembre de 2014, se realizó una prueba de germinación preliminar. Se sembraron 60 semillas en un sustrato de arena y fueron regadas periódicamente. Las semillas se obtuvieron de dos escapes de individuos distintos en cada sitio de estudio. Se realizaron observaciones diarias hasta que no hubo nuevas semillas germinadas. En enero de 2015, se

montaron cuadros de germinación en campo (*in situ*). Se establecieron cinco cuadros de 1m² en el sitio control y el sitio de extracción, dentro de las parcelas utilizadas en la evaluación poblacional. En cada cuadro se colocaron 150 semillas y se cubrieron con una capa de sustrato arenoso de la zona, con un grosor no mayor a los 0.5 cm. Cada mes se realizaron observaciones para registrar la germinación, en el periodo de enero a abril de 2015. Después de tres meses se observaciones no se registro la germinación de ninguna semilla en ambos sitios, por lo que se decidió calcular el porcentaje de germinación son los datos obtenidos de la prueba preliminar.

6.3.5. Fecundidad

Reproducción sexual

Para estimar la fecundidad por sitio (el número promedio de descendientes o plántulas por escapo), se calculó primero el número de frutos por escapo y posteriormente, se calculó el número de semillas por escapo floral de las hembras. Este valor se multiplicó por el número total de escapos hembra por sitio, obteniendo así el número de semillas promedio por sitio. Este resultado se multiplicó por el porcentaje de germinación de cada sitio, obtenido en las pruebas preliminares de germinación. Por último, el valor obtenido es dividido entre el número total de hembras (modificado de Ferrer *et al.*, 2011).

Producción de escapos florales. Para determinar el número de escapos por individuo y por sitio, se hicieron recorridos en ambos sitios de muestreo, durante la época de floración y se marcaron los individuos con inflorescencias en desarrollo. Para determinar el género, se tuvo que esperar hasta la madurez de los escapos. Se calculó el número promedio de escapos por hembra para cada sitio de extracción y su desviación estándar.

Número de frutos por escapo. En el mes de octubre de 2014, se colectaron sólo dos escapos femeninos maduros de cada sitio. Fueron los únicos escapos completos que se encontraron, ya que en la época de floración los lugareños los cortan para alimentar el ganado. Cada inflorescencia se dividió en cinco secciones y de cada sección se tomaron seis fascículos florales a los cuales se les contó el número de frutos por ramificación. A los escapos que perdieron sus frutos por el manejo, se les contaron en número de pedicelos (Fig. 4).

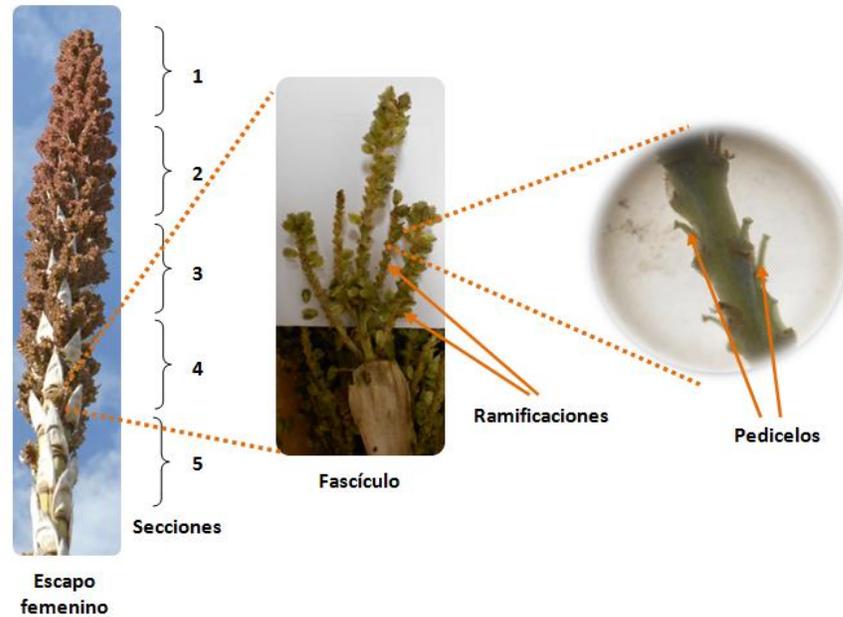


Figura 4. Método de conteo de frutos en escapos femeninos

Número de semillas por escapo. Los individuos de *D. acrotrichum* presentan una semilla por fruto, por lo que se obtuvo el número de semillas por escapo al calcular el número de frutos. Se extrajeron las semillas (diásporas), las cuales se resguardaron a temperatura ambiente en envases de plástico herméticos para evitar la absorción de humedad.

Reproducción vegetativa

Cada individuo o genet de *D. acrotrichum* puede producir más de un hijuelo, vástago o clon. Se calculó el número promedio de hijuelos por categoría de tamaños en los individuos con capacidad de reproducirse vegetativamente (juveniles y adultos) y se calculó la desviación estándar.

6.3.6. Probabilidades de transición y ciclo de vida

Con la categorización de los individuos tanto de la población del sitio control y del sitio de extracción y los datos obtenidos de los censos, se calculó el número de individuos presentes en cada categoría en el tiempo t y que alcanzaron el diámetro suficiente para pasar a la categoría inmediata superior (crecieron) al tiempo t_{+1} , obteniendo así las probabilidades de transición (permanencia, crecimiento y regresión) (Mandujano, 2007; Crawley y Watkinson, 2007; Ramos-López, 2007). Las probabilidades de permanencia se calcularon

en función de la proporción de individuos de cada categoría que sobrevivieron pero que no alcanzaron el diámetro suficiente para cambiar de categoría durante ese año. Las probabilidades de regresión se obtuvieron en función de la proporción de individuos que regresaron a categorías inferiores por reducción de tamaño. Con las probabilidades antes mencionadas se propuso un ciclo de vida para *D. acrotrichum*, donde la casilla de “Hijuelos” se agregó sólo para mostrar la producción de vástagos realizada por los adultos y los juveniles.

6.4. Análisis de datos

Se utilizaron regresiones logísticas para analizar la probabilidad de supervivencia, la probabilidad de producción de escapos florales y la probabilidad de producción de hijuelos en razón del tamaño de las plantas (diámetro), tanto en los sitios con extracción como en los sitios control. Con una prueba de *t* se compararon estadísticamente las medias de la tasa de crecimiento del diámetro, de cada categoría de tamaño entre sitios de estudio. Las pruebas antes mencionadas se realizaron con el programa XLSTAT, versión 2014.5.03.

Para explorar el efecto de la extracción en la supervivencia, en la producción de escapos florales y en la producción de hijuelos de los individuos de *D. acrotrichum* en los sitios de estudio, se realizaron modelos lineales generalizados (GLM) con error de distribución y función de vínculo Poisson (link="log") y binaria (link="logit") a través del paquete RStudio-0.98.1091 del programa R versión 3.1.2. (R core team, 2014).

7. Resultados

La sección de resultados comprende dos apartados. El primero contiene los resultados de los dos primeros objetivos de este trabajo y la información socio-cultural que describe la organización, el sistema de cargos de mayordomías, el método de extracción de *D. acrotrichum* utilizado por los arqueros, el proceso de obtención de “la cucharilla”, la construcción del arco mayor de la fiesta patronal de Coatepec y los cambios que ha tenido esta tradición a través del tiempo. El segundo, corresponde al último objetivo y se describen los parámetros poblacionales de la especie evaluados en el estudio.

7.1. Información socio-cultural

7.1.1. Construcción del arco mayor de la fiesta patronal de Coatepec, Veracruz.

La organización para elaborar el arco floral involucra tres actores principales: el mayordomo, los arqueros o también llamados faeneros y los padrinos, cada uno con diferentes actividades a su cargo (Fig. 5). El mayordomo es responsable de buscar el financiamiento para solventar la construcción el arco floral, programar y organizar la colecta de los materiales vegetales necesarios para su elaboración, designar y supervisar las actividades de los faeneros y buscar a los padrinos del arco quienes lo apoyaran moral y económicamente durante la construcción del arco. Esta mayordomía ha sido heredada entre los varones de la familia Huesca desde hace cuatro generaciones. El actual mayordomo a estado en el cargo durante 11 años, ya que nadie ajeno a la familia ha querido tomar la responsabilidad de elaborar la ofrenda principal de su santo patrón.

Los faeneros colectan, procesan y limpian los materiales vegetales, elaboran ornamentos con ellos y construyen el arco. Pueden participar entre 25 y 35 faeneros y algunos de ellos, a través de los años, han desarrollado habilidades en decoración y elaboración de ornamentos. Las actividades que desempeñan dependen de la experiencia y habilidades que tengan. Los faeneros experimentados se encargan de los detalles del arco, de la decoración y de la estética para asegurar una ofrenda de calidad. Los principiantes (generalmente jóvenes), procesan y limpian los materiales vegetales, apoyan en la construcción de la estructura del arco y asisten a los faeneros más experimentados si lo requieren. Los padrinos apoyan al mayordomo proporcionando comida para los faeneros

durante los días de construcción del arco y aportan dinero para solventar los gastos que implica su elaboración. Además, son los encargados de bendecir el arco y de colocar la primera flor para comenzar su decoración (Fig. 5).

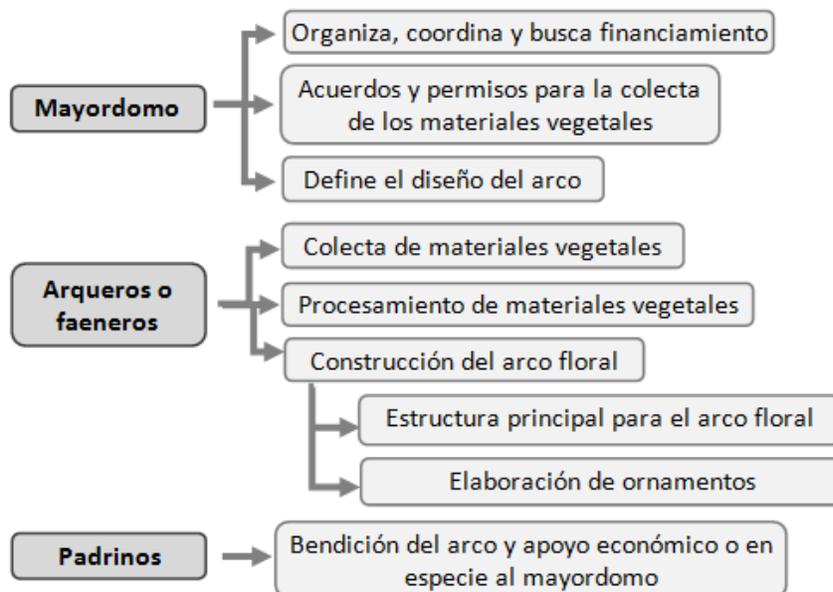


Figura 5. Actores principales y sus funciones durante en la construcción del “arco mayor” en la fiesta de San Jerónimo en Coatepec, Veracruz.

7.1.2. Materiales vegetales para elaborar el arco floral

El “arco mayor” está elaborado con diversos materiales vegetales que son extraídos directo de las poblaciones silvestres como el pino (*Pinus* spp.), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), bambú (*Arundo donax*), bejuco (*Vitis* spp.), ciprés (*Cupressus* spp.), escapos de bromelias (*Tillandsia multicaulis* y *T. punctulata*), heliconia (*Heliconia* spp.) y cucharilla (*Dasylyrion acrotrichum*). Todos los materiales vegetales se colectan en los alrededores de Coatepec, donde predomina el bosque mesófilo, excepto *D. acrotrichum* que se colecta en Alchichica, Puebla. Por su gran contenido de humedad, algunos materiales son colectados con varios días de anticipación (hasta 40 días) para que se sequen y se hagan más ligeros (bambú y bejuco). Por el contrario, el ciprés y las bromelias, se colectan tres o cuatro días antes, máximo, para que no estén deshidratados al momento de utilizarlos. La cucharilla se colecta 5 o 6 días antes de terminar el arco (Fig. 6).

Planta - sitio actividad	Bambú-Bola de oro	Bejuco-La Comunidad	Se arma la estructura principal del arco	Cucharilla-San José Alchichica, Puebla	Bromelias-Cinco Palos	Se coloca la primera flor y se bendice el arco	Se comienza a decorar el arco mayor	Ciprés-Coatepec	Procesión	Fiesta de San Jerónimo y bajada del arco floral
Día	18	25	15	20	22	24	25	26	28	29
Mes	Agosto	Septiembre								

Figura 6. Calendario de obtención de plantas utilizadas para la construcción del arco mayor, sitios de colecta y actividades destacadas durante su elaboración.

7.1.3. Acceso a *D. acrotrichum*

El sitio de extracción de *D. acrotrichum* para obtener la “cucharilla” para el “arco mayor” de la fiesta de San Jerónimo en Coatepec, Veracruz, se encuentra en Alchichica, Puebla y es propiedad privada. Este grupo ha colectado esta especie en el mismo sitio desde que la familia del mayordomo tiene a su cargo la mayordomía (80 años aproximadamente), ya que desde entonces, existe un acuerdo histórico entre la familia del mayordomo y la del propietario del sitio de extracción. Este acuerdo le asegura al mayordomo la “cucharilla” necesaria para el “arco mayor”, cada año. Le da libre acceso al recurso ya que el propietario no le impone un límite en el número de ejemplares a colectar y tampoco cobra por extraerlas. En agradecimiento a tantas facilidades, los arqueros le ofrecen al propietario del sitio de extracción comida, frutas y alcohol. Algunas veces se recauda dinero y le dan una gratificación económica, pero esto último es poco común.

Durante el año, el dueño autoriza la extracción de esta planta a, por lo menos, nueve grupos de arqueros procedentes de diferentes ciudades del estado de Veracruz que celebran diversas fiestas religiosas (cuatro grupos de Coatepec, cuatro grupos de Teocelo y un grupo de Xico) entre ellos, el grupo del “arco mayor” de Coatepec. Estos grupos tienen acceso a ese sitio por recomendación de otros arqueros que tienen una amistad con el propietario. La primera vez que un grupo colecta en su terreno, el propietario les indica a los arqueros en que parte de su propiedad colectar, además de recomendarles no cortar los individuos jóvenes. No se sabe si estos grupos también se rigen por un sistema de

mayordomías. El propietario no está presente durante la coleta que realiza el grupo de Coatepec, pero el mayordomo le notifica anticipadamente, cuantos individuos van a colectar.

El dueño del sitio señaló, que cada grupo colecta alrededor de 100-120 plantas, pero el grupo del “arco mayor” de Coatepec es el que extrae una mayor cantidad, al menos 250 ejemplares cada año. La colecta promedio anual es de $1,117 \pm 42.3$ plantas por año en el sitio.

Por otro lado, el dueño asegura que en su propiedad ha encontrado indicios de colectas clandestinas, donde se han cortado ejemplares jóvenes y por no tener el tamaño adecuado, son abandonados en el sitio. Esta situación también es común en terrenos aledaños de otros propietarios. Estos indicios sugieren que estas colectas son realizadas por grupos de arqueros que no tienen acuerdos con los propietarios de terrenos con *D. acrotrichum*, no están relacionados con los sistemas de mayordomías y que no tienen experiencia en la selección y método de colecta de las plantas.

7.1.4. Método de colecta de *D. acrotrichum*

El grupo de faeneros del “arco mayor” de Coatepec (30 faeneros aprox.) viajan a la localidad de San José Alchichica, Puebla para colectar ejemplares de *D. acrotrichum*. El mayordomo organiza a los faeneros en cinco equipos, cada uno conformados por un cortador (quien elige y corta la planta), un “amarrador” (quien amarrará con un lazo las hojas de los ejemplares cortados) y un “bajador” (quien baja del cerro las plantas cortadas dentro un costal). En 2014 el mayordomo designó el corte de 50 plantas por equipo y sólo les dio 50 lazos de rafia a cada uno para amarrar los ejemplares colectados, de este modo se aseguró que cada equipo sólo corte la cantidad de plantas asignadas. Los faeneros con experiencia o el mayordomo son los únicos que pueden ser cortadores, ya que se deben cortar sólo ejemplares adultos que presenten puntas secas en las hojas, los más anchos y los que estén en buen estado. Con ayuda de un hacha, el “cortador” extrae la planta desde la base de la roseta que está pegada al tallo y con un machete eliminan las hojas que se maltrataron al momento del corte. El “amarrador” sujeta con rafia las hojas de cada planta colectada para poder manipularlas y meterlas en costales, así los “bajadores” pueden llevarlas de una manera más cómoda al pie del cerro, donde hay otro grupo de faeneros

esperando a los “bajadores” para estibar las plantas colectadas en las camionetas en las que se transportaron. El mayordomo encabeza uno de los cinco equipos donde su función es ser el cortador (Fig. 7 y 8).

Al terminar la colecta, utilizan uno o dos ejemplares de *D. acrotrichum* para obtener “cucharillas” y hacer adornos en forma de “corona” que se colocan en el frente de los vehículos (Fig. 8) para que en el trayecto de regreso a Coatepec los identifiquen y sepan que traen las “cucharillas” para el arco. Estos adornos se colocan antes de llegar a Coatepec, pues si lo hacen desde Alchichica, corren el riesgo de ser interceptados por las autoridades federales de caminos, quienes pueden interrumpir su trayecto al detenerlos, revisar lo que transportan y ser sancionados por no contar con una autorización para manejar y transportar las plantas. El mayordomo y los faeneros son recibidos con juegos pirotécnicos y así se anuncia su llegada a los vecinos. Los ejemplares colectados de *D. acrotrichum* son descargados y guardados en la casa del mayordomo y finalmente se ofrece una comida a manera de agradecimiento para el grupo de faeneros que participó en la colecta.

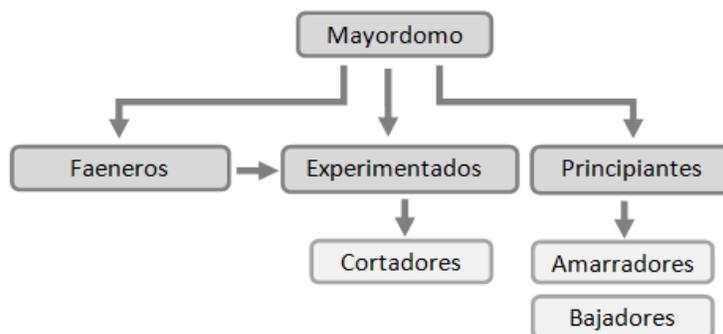


Figura 7. Organización de equipos de faeneros de acuerdo a su nivel de experiencia para la extracción de *D. acrotrichum* encabezada por el mayordomo



Figura 8. Método de colecta, manipulación y transporte de *D. acrotrichum*

7.1.5. Procesamiento y aprovechamiento de *D. acrotrichum*

Para poder extraer la "cucharilla" de los ejemplares coleccionados *D. acrotrichum*, el mayordomo organizó un grupo de faeneros. Estos se encargan de quitar el "corazón" de cada una de las plantas, desgajan las hojas y con ayuda de una navaja, eliminan el margen con espinas a cada una para hacerlas manejables y que los faeneros encargados de hacer las rosetas (adornos) puedan comenzar su trabajo (Fig. 9).



Figura 9. Procesamiento de las plantas de *D. acrotrichum* para la obtención de las "cucharillas" y la elaboración de adornos para decorar el "arco mayor"

Durante el procesamiento de los ejemplares colectados se observó que de un individuo grande de *D. acrotrichum* (\varnothing 16 cm aproximadamente) se pueden extraer de 80-90 cucharillas, y de un individuo más pequeño (\varnothing 12 cm aproximadamente) 50-60 cucharillas. De manera general, de un individuo completo se aprovecha alrededor del 60 % correspondiente a las hojas externas que son más gruesas y firmes; por lo tanto son más resistentes al calor y la luz del sol (Fig. 10).

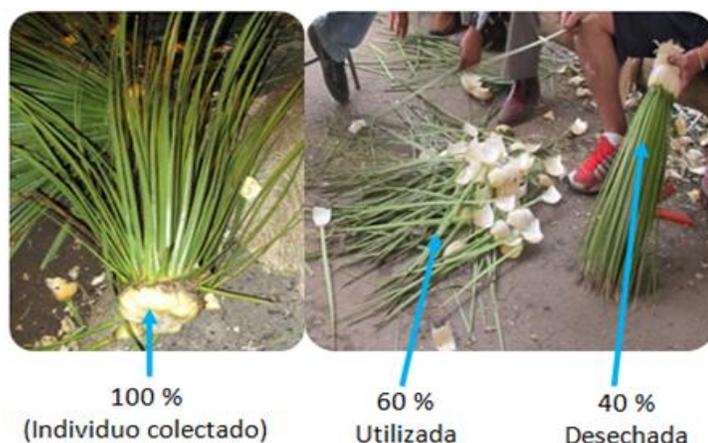


Figura 10. Porcentaje de aprovechamiento de un ejemplar colectado de *D. acrotrichum*.

7.1.6. Construcción del arco mayor

A falta de un lugar establecido por el Municipio, el arco mayor se construye en la calle en el barrio “Los carriles” en Coatepec, frente a la casa del mayordomo. El arco floral mide 12.50 x 3.60 m y pesa aproximadamente tres toneladas. Conforme se colectan los diferentes materiales se va construyendo el arco, comenzando por la estructura principal que consta de dos postes de pino colocados verticalmente, 19 vigas de liquidámbar colocadas horizontalmente y 36 varas de bambú. Los postes de pino y las vigas de liquidámbar se pueden reutilizar hasta por tres años.

Para comenzar a decorar el arco, los padrinos deben bendecir la estructura principal con agua bendita y sahumarla con incienso. El mayordomo construye una cruz de madera sobre la que los padrinos colocan las primeras flores y es entonces que el mayordomo y los faeneros pueden empezar a “florear” el arco (decorarlo con los materiales colectados). Este proceso dura cinco días donde cada faenero se ocupa de las actividades que le han sido asignadas por el mayordomo. Los más experimentados elaboran ornamentos con las cucharillas y las flores de bromelias, otros entretejen los demás materiales sobre la estructura principal. El mayordomo determina el diseño del arco en función de la cantidad de materiales vegetales que pudieron colectar. Así se van entretejiendo los materiales y diseñando el arco hasta su culminación el día de la fiesta patronal (29 de septiembre). La cruz a la que los padrinos colocaron la primera flor, se decora completamente y se coloca en la parte superior del arco. (Fig. 11).

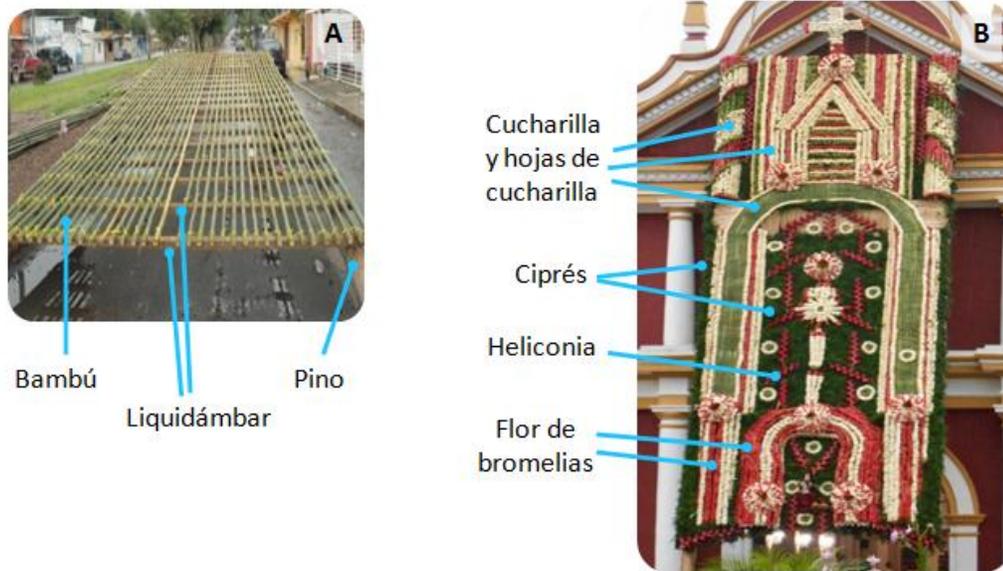


Figura 11. Estructura principal (A) y materiales vegetales para la decoración del arco mayor (B)

7.1.7. La fiesta patronal de San Jerónimo

El 29 de septiembre se celebra a San Jerónimo, el santo patrono de Coatepec. Ese día se congregan en el barrio “Los carriles” todos los arcos construidos para las demás iglesias y capillas de Coatepec y se oficia una misa para bendecirlos, al terminar, una procesión encabezada por la imagen de San Jerónimo seguida por el arco mayor y los demás arcos, se dirige a la parroquia. Esta procesión camina sobre una “alfombra” hecha de aserrín teñido de diferentes colores, formando diferentes diseños alusivos a la fiesta (Fig. 12).



Figura 12. Alfombras de aserrín teñido con diferentes diseños alusivos a la fiesta de San Jerónimo (A y B). Peregrinación caminando sobre las alfombras (C)

Todos los arcos son cargados por los faeneros que lo construyeron. Una vez que el arco mayor llega a la parroquia de San Jerónimo, los arqueros lo levantan con ayuda de cuerdas y puntales de madera y lo recargan a la entrada principal donde se queda por 20 días (Fig. 13). Después de éste tiempo, los materiales vegetales con los que se decoró el arco se marchitan y es cuando se retira de la iglesia, se lleva de nuevo a la casa del mayordomo donde es desarmado. Los postes de pino y las vigas de liquidámbar se guardan para reutilizarlos en el arco del siguiente año. Si alguien lo solicita, le regalan el bambú para darle un segundo uso. Los restos de bromelias, ciprés y cucharilla se queman. Este proceso se repite año con año pero el diseño del arco es diferente cada vez.



Figura 13. Faeneros cargando el arco mayor para llevarlo hasta la Parroquia de San Jerónimo (A). Arco mayor decorando la entrada de la Parroquia (2013) (B)

7.1.8. Incremento de la demanda de *D. acrotrichum*

Durante los dos años de estudio, se registró un aumento (8%) en la cantidad de extracción de ejemplares de *D. acrotrichum* por el grupo de arqueros del arco mayor de Coatepec. En 2013 se colectaron 250 plantas y en el 2014 se colectaron alrededor de 270 y para la construcción del arco sólo se necesitan aproximadamente 200 plantas (Fig. 14).



Figura 14. Arco mayor de la fiesta de San Jerónimo 2013 (A) y 2014(B)

La demanda de éste recurso está en aumento debido a que se siguen construyendo iglesias y capillas en la región, lo que motiva a la conformación de nuevos grupos de arqueros integrados por jóvenes que han participado en la construcción de otros arcos bajo la supervisión de faeneros con experiencia, aprendiendo y heredando así la tradición. Varios de estos nuevos grupos no tienen manera de obtener la cucharilla para hacer sus arcos, ya que no tienen un acuerdo o contacto con propietarios de terrenos con *D. acrotrichum*. Por ello, el mayordomo decide coleccionar más plantas de las que requiere el “arco mayor” para compartirlas con los arqueros que no pudieron conseguir las plantas por su cuenta.

Además de construir el “arco mayor” para la fiesta de San Jerónimo en septiembre, el mayordomo se encarga de elaborar el arco para Cristo Rey en noviembre, un arco para la virgen de Juquila el 8 de diciembre y una corona para la virgen de Guadalupe el 12 de diciembre. En el 2013, el mayordomo construyó dos arcos pequeños que adornaron las entradas de un restaurante de Coatepec durante la fiesta de San Jerónimo y en 2014 se observó un arco pequeño de un Jardín de niños, hecho por el mayordomo a petición de los docentes del plantel. La “cucharilla” que se utiliza para elaborar del “arco mayor” para la fiesta de San Jerónimo, para los otros arcos que tiene a cargo el mayordomo y la que comparte con los otros grupos de arqueros, se obtiene en una sola colecta que se realiza en septiembre. Si no llegara a ser suficiente, se organiza una segunda colecta. Para conservar

en buen estado los ejemplares colectados que se utilizaran posteriormente, se entierran en arena con muy poca humedad y esto ayuda a conservar su firmeza y color original.

En el 2014 se registró un exceso de extracción de cucharilla (25 ejemplara, aprox.) que no se utilizó para hacer el arco mayor ni para otros arcos secundarios y tampoco fueron conservadas en arena como lo había mencionado el mayordomo (Fig. 15).



Figura 15. Plantas colectadas no utilizadas

7.1.9. Cambios en los arcos florales a través del tiempo

El mayordomo asegura que en los últimos 30 años ha habido cambios en la construcción y cantidad de los arcos florales para la fiesta de San Jerónimo. Los principales cambios son los siguientes:

- 1) Antes se construían un máximo de siete arcos para la fiesta de San Jerónimo, pero este número ha incrementado. En 2013 se construyeron 15 arcos florales y en 2014 se construyeron 11, incluyendo el arco mayor.
- 2) Antes se elaboraba un boceto del diseño del arco y a partir de este se calculaban las cantidades de materiales vegetales a coleccionar. Actualmente el diseño del arco se elabora “sobre la marcha” en razón de la disponibilidad de los materiales vegetales.
- 3) Al ser el arco floral una ofrenda del pueblo a su santo patrono, los arqueros procuraban construirlo al 100% con materiales vegetales, haciéndolo una ofrenda “más pura”, pero en la actualidad, se utiliza alambre, clavos y otros materiales más resistentes que proporcionan estabilidad y seguridad a quienes cargan el arco y así evitar algún accidente.

4) La colecta de *D. acrotrichum* se hacía a pie desde Coatepec hasta Alchichica, Puebla, lo que limitaba la cantidad de plantas que podían colectar y transportar (200 como máximo), actualmente, el mayordomo busca vehículos de carga prestados para hacer más rápido, eficiente y cómoda la colecta de este recurso, pudiendo transportar más de 250 plantas.

Lo que se ha mantenido a través del tiempo, es que el diseño del arco debe ser diferente cada año, pero siempre representando la custodia y el frente de una capilla o iglesia, ya que es el lugar donde posa el santo. Debe tener la cruz en la parte superior y siempre deben usarse los colores verde, blanco y rojo en la decoración.

7.2. Evaluación poblacional de *D. acrotrichum*

7.2.1. Densidad poblacional

En los dos censos, la densidad de individuos de *D. acrotrichum* fue mayor en el sitio con extracción. Ambos sitios de estudio mostraron una proporción similar en la reducción de la densidad poblacional del 2014 al 2015 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Densidad poblacional en 2014 y 2015 en los sitios de muestreo.

Sitio de estudio	Densidad poblacional (ind/ha)		Decremento anual
	2014	2015	
Extracción	349	281	-19.48 %
Control	160	130	-18.75 %

7.2.2. Supervivencia

Las poblaciones de los sitios de estudio presentaron un porcentaje de supervivencia similares (control 81.7% y extracción 80.6%, respectivamente). Al explorar estos parámetros por categoría de tamaño, se encontró que los adultos de ambos sitios tienen una tasa de supervivencia mayor que los individuos de categorías inferiores, sin embargo, el sitio control presenta el valor más alto con el 93%, en comparación con el sitio con extracción con 84%. Las plántulas de ambos sitios presentaron los porcentajes de sobrevivencia más bajos de las categorías de tamaño evaluadas (control 59% y extracción 12%) (Fig. 16).

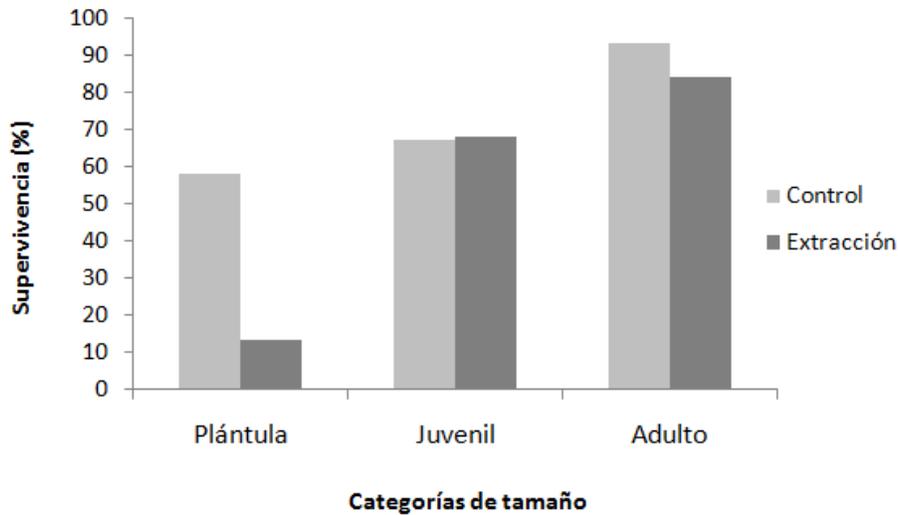


Figura 16. Porcentaje de supervivencia por categoría de tamaños de los individuos de *D. acrotrichum* de 2014 a 2015, en el sitio control y el sitio con extracción.

En los sitios control y de extracción, la relación entre el diámetro de la base de las rosetas y la supervivencia de los individuos fue positiva, conforme aumenta el tamaño de diámetro aumenta la probabilidad de supervivencia. La pendiente de la curva en la regresión logística binomial fue mayor en el sitio control ($B = 0.120$, $R^2 = 0.10$, $\chi^2 = 9.14$, $g.l = 1$, $P = 0.002$) que en el sitio con extracción ($B = 0.116$, $R^2 = 0.039$, $\chi^2 = 9.81$, $g.l = 1$, $P = 0.001$) (Fig. 17). Los modelos lineales generalizados (GLM) mostraron un efecto significativo del diámetro sobre la sobrevivencia de los individuos de ambos sitios ($\chi^2 = 22.31_{(1)}$, $P = 0.002$).

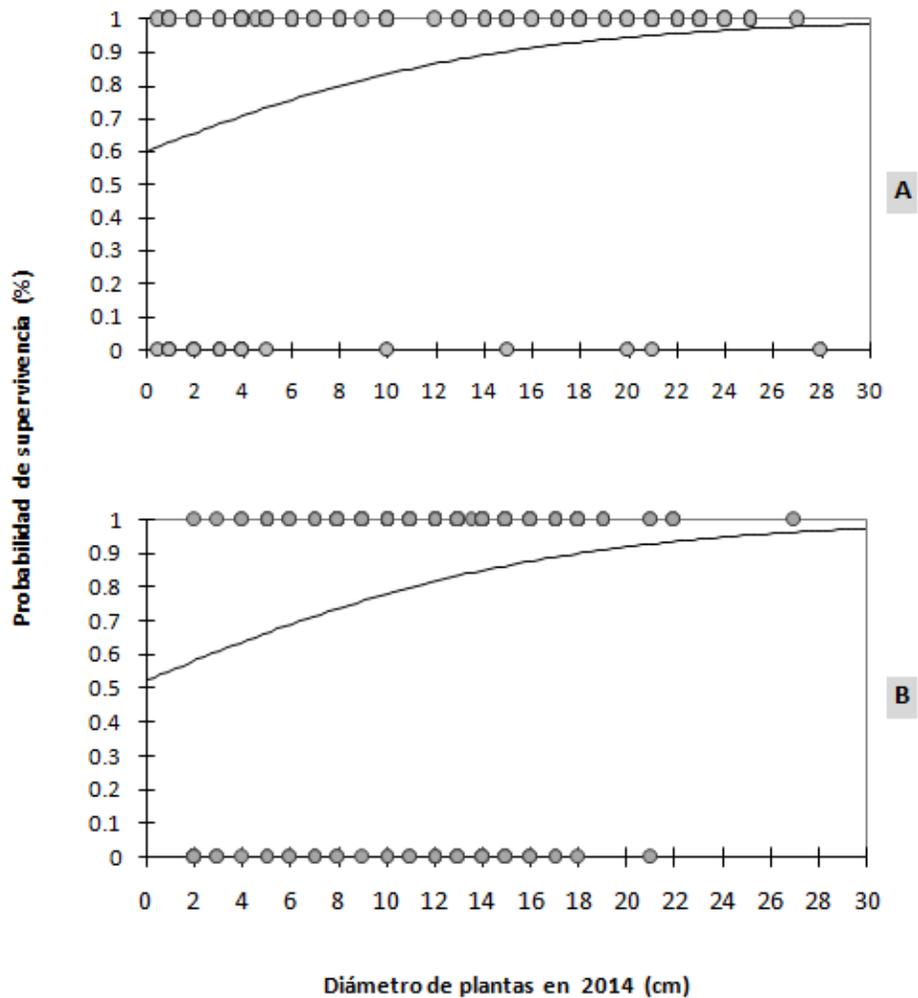


Figura 17. Probabilidad de supervivencia en razón del tamaño del diámetro de la base de las rosetas en el sitio control (A) y sitio de extracción (B)

7.2.3. Estructura de tamaños de la población

La estructura poblacional de los sitios de estudio en 2014 y 2015, se presentan con todos los tamaños de diámetro individual (sin categorizar), para observar el cambio en la estructura de tamaños de un año al otro. En 2014, el número promedio de adultos con diámetros de 7-14cm, es menor en el sitio control que en el sitio con extracción. En 2015, el número promedio de estos individuos aumentan en ambos sitios. La proporción de plántulas es mayor en el sitio control, en ambos años (Fig. 18).

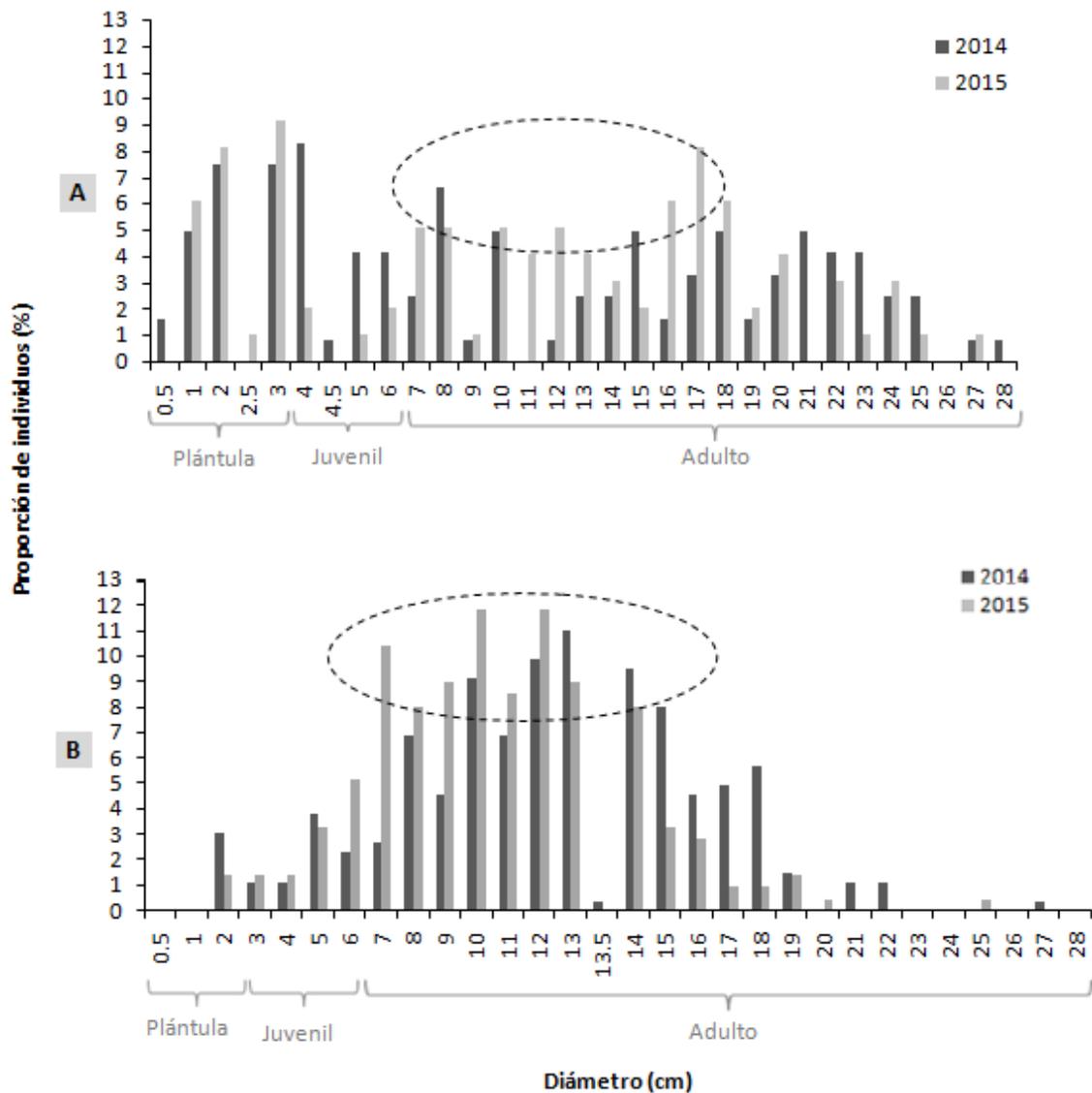


Figura 18. Estructura de la población del sitio control (A) y el sitio con extracción (B) con todos los tamaños de diámetro de los individuos en 2014 y 2015.

La estructura de la población en categorías de tamaños, muestra que en 2014 la proporción de plántulas y juveniles, en el sitio control, fue de 14.1% y 25% respectivamente. En 2015, la proporción de individuos de estas categorías decrecieron a 10.2% y 20.4%. De manera contraria, la proporción de adultos aumentó del 60% en 2014 a 69.3% en 2015. En el sitio con extracción se observó la misma dinámica, la proporción de plántulas y juveniles en 2014 fue de 3% y 8.3% respectivamente, mientras en 2015 estas categorías tenían el 0.47% y 7.1%. La proporción de adultos aumentó del 88.5% en 2014

al 92.4% en 2015. La categoría mejor representada en los dos sitios y en los dos años, fueron los adultos (Fig. 19).

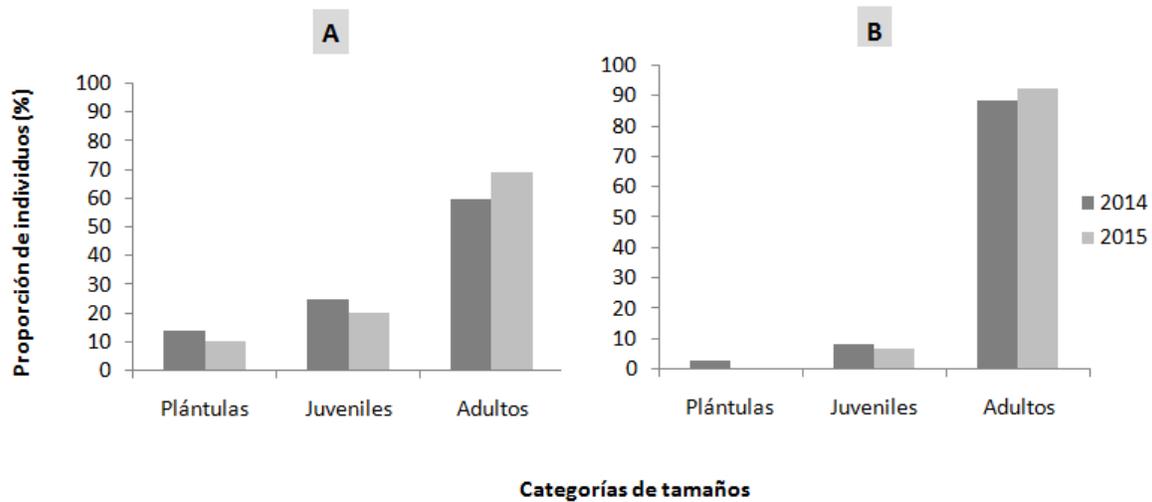


Figura 19. Estructura poblacional por categorías de tamaño del sitio control (A) y el sitio de extracción (B) en 2014 y 2015

7.2.4. Crecimiento

Las tasas de crecimiento promedio del diámetro de las plántulas, juveniles y adultos de ambos sitios, presentaron valor negativos, lo que indica que hay un decremento en los tamaños de diámetro de los individuos. El decremento es mayor en las plántulas y los adultos del sitio con extracción (Fig.20). Al comparar el crecimiento de los individuos por categorías entre sitios, sólo el crecimiento de juveniles mostró diferencias significativas ($P=0.006$).

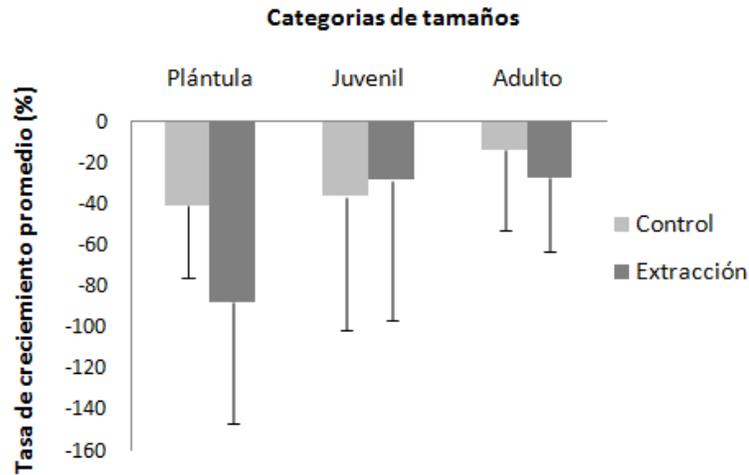


Figura 20. Tasa de crecimiento promedio del diámetro (\pm desviación estándar), por categoría de tamaños de los individuos de *D. acrotrichum* de 2014 a 2015, en el sitio control y el sitio con extracción.

7.2.5. Germinación

Durante tres meses de observaciones, las semillas sembradas *in situ* no germinaron, por lo que se utilizaron los datos obtenidos de la prueba preliminar de germinación. En condiciones controladas se obtuvo un porcentaje de germinación del 16% (N=60 semillas) para el sitio control y 10% (N=60 semillas) para el sitio con extracción. La primera germinación fue de las semillas del sitio control, ocurrió a los 24 días y terminó a los 40 días aproximadamente.

7.2.6. Fecundidad

Reproducción sexual

Los individuos de *D. acrotrichum* empiezan a reproducirse sexualmente cuando alcanzan 7cm de diámetro en la base de las rosetas. Cada genet adulto puede presentar más de un escapo floral, ya que los hijuelos también pueden producir escapos. El sitio control presentó la mayor número de individuos reproductivos, de producción de escapos florales y de semillas por escapo. El número promedio de escapos por hembra fue mayor en el sitio con extracción. La fecundidad fue más alta en el sitio control (Cuadro 3).

Cuadro 3. Número de individuos reproductivos, número de escapos florales, proporción de hembras, promedio de semillas por escapo (\pm desviación estándar) y fecundidad del sitio control y el sitio con extracción. Cada genet puede presentar más de un vástago con capacidad reproductiva y más de un escapo floral.

Sitios	No. ind. reproductivos	No. total de escapos	Proporción de hembras (%)	Promedio de escapos por hembra (\pm DE)	Promedio de semillas por escapo (\pm DE)	Fecundidad
Control	12	18	5.8	1.29 \pm 0.7	89,977.5 \pm 15,791	18,509.65
Extracción	10	16	1.9	1.40 \pm 0.8	21,348 \pm 2,179	2,988.72

En el sitio control, la relación entre el diámetro de la base de las rosetas y la probabilidad de producción de escapos florales fue positiva y significativa ($B= 0.095$, $R^2= 0.076$, $\chi^2= 5.296$, g.l= 1, $P= 0.021$). En el sitio con extracción la relación entre las mismas variables fue positiva pero no significativa ($B= 0.132$, $R^2= 0.035$, $\chi^2= 2.674$, g.l= 1, $P= 0.102$). El valor de la pendiente de la curva de la regresión logística fue mayor en el sitio con extracción. En ambos casos, la probabilidad de que las plantas florezcan aumenta conforme aumenta su diámetro (Fig. 21). Los modelos lineales generalizados (GLM) mostraron un efecto significativo del diámetro sobre la probabilidad de producir escapos florales ($\chi^2=8.50_{(1)}$, $P=0.02$).

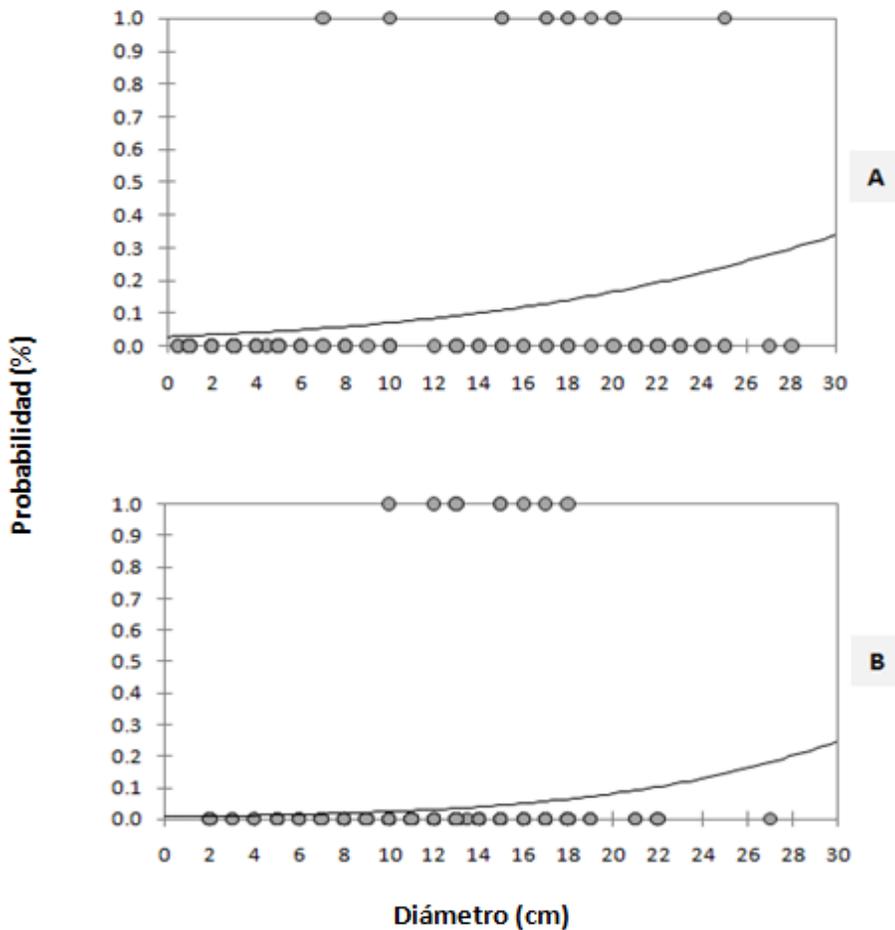


Figura 21. Probabilidad de producción de escapes florales en razón del tamaño del diámetro de la base de las rosetas en el sitio control (A) y el sitio con extracción (B)

Reproducción vegetativa

Los individuos o genets de tres cm de diámetro en adelante pueden reproducirse vegetativamente (juveniles y adultos) produciendo hijuelos, vástagos o clones. Cada individuo puede producir más de un hijuelo. En los dos censos (2014 y 2015), los juveniles del sitio con extracción presentan más hijuelos por individuo que el sitio control, pero los adultos producen más hijuelos en el sitio control que en el sitio con extracción, en ambos censos (Fig. 22).

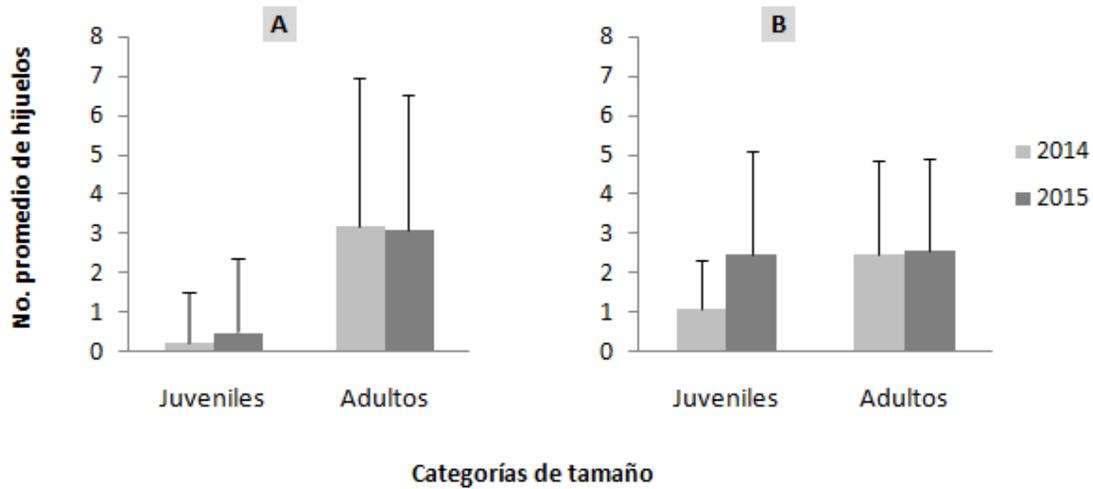


Figura 22. Número promedio de hijuelos (\pm desviación estándar) por individuos juveniles y adultos del sitio control (A) y el sitio de extracción (B) en 2014 y 2015

En los sitios control y con extracción, la relación entre el diámetro de la base de las rosetas y la probabilidad de producción de hijuelos fue positiva y significativa (control: $B=0.329$, $R^2=0.532$, $\chi^2=33.37$, $g.l=1$, $P=0.0001$; extracción: $B=0.121$, $R^2=0.044$, $\chi^2=12.64$, $g.l= 1$, $P=0.0001$). En ambos casos, la probabilidad de que las plantas produzcan hijuelos aumenta conforme aumenta su diámetro. La pendiente de la curva de la regresión logística del sitio control fue mayor (Fig. 23). Los modelos lineales generalizados (GLM) mostraron que la probabilidad de producción de hijuelos está relacionada con el diámetro ($\chi^2=83.06_{(1)}$, $P=<0.001$).

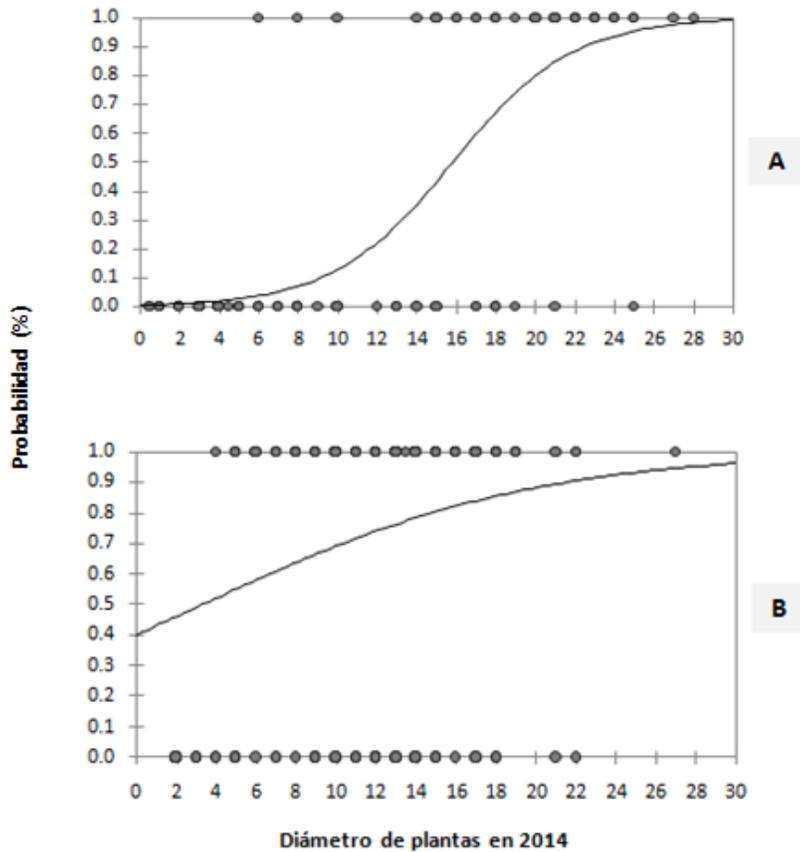


Figura 23. Probabilidad de producción de hijuelos/clones en razón del tamaño de diámetro de la base de las rosetas en el sitio control (A) y sitio con extracción (B)

Con modelos lineales generalizados (GLM) se analizó la producción de hijuelos por individuo, por año, por tamaño de diámetro y por sitio. Se encontró que la reproducción vegetativa sólo estuvo relacionada significativamente con la extracción y el diámetro en los dos años de muestreo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Resultados de los modelos lineales generalizados para evaluar el efecto de la extracción y el tamaño del diámetro sobre la producción de hijuelos en un año de muestreo en los sitios de estudio. Se obtuvieron valores χ^2 , grados de libertad (*gl*) y los valores de *P*

Var. Explic.	Extracción		Diámetro	
	$\chi^2_{(gl)}$	<i>P</i>	$\chi^2_{(gl)}$	<i>P</i>
2014	3.07 ₍₁₎	<0.001	287.7 ₍₁₎	<0.001
2015	1.13 ₍₁₎	<0.001	357.5 ₍₁₎	<0.001

7.2.7. Probabilidades de transición y ciclo de vida

Se presenta el cuadro de transiciones (Cuadro 5 y 6) con las probabilidades de transición, permanencia, regresión y fecundidad de 2014 a 2015 para construir el ciclo de vida de cada sitio de estudio (Fig. 24). El sitio control presentó valores mayores en la tasa de transición de semilla a plántula, permanencia en la categoría de plántula y adulto, regresión de juvenil a plántula y en las tasas de reproducción sexual y vegetativa (Fig. 24). La tasa de crecimiento poblacional fue menor a uno ($\lambda < 1$) en ambos sitios, lo que significa un decremento en las poblaciones.

Cuadro 5. Cuadro de transiciones que representa la contribución de un individuo en cierto estadio en el tiempo *t* a otro estadio en el tiempo *t*+1 del sitio control. La columna *n_t* indica el número de individuos presentes en cada categoría o estadio en el tiempo *t*

Categorías (<i>n_{t+1}</i>)	Categorías (<i>n_t</i>)			
	Semilla	Plántula	Juvenil	Adulto
Semilla	0	0	0	115,685.3
Plántula	0.16	0.58	0.16	0
Juvenil	0	0	0.33	0.05
Adulto	0	0	0.16	0.87

$$\lambda = N_{t+1} / N_t = 0.81$$

Cuadro 6. Cuadro de transiciones que representa la contribución de un individuo en cierto estadio en el tiempo t a otro estadio en el tiempo $t+1$ del sitio con extracción. La columna n_t indica el número de individuos presentes en cada categoría o estadio en el tiempo t

Categorías (n_{t+1})	Categorías (n_t)			
	Semilla	Plántula	Juvenil	Adulto
Semilla	0	0	0	29,887.2
Plántula	0.10	0.12	0.04	0
Juvenil	0	0	0.45	0.06
Adulto	0	0	0.18	0.77

$\lambda = N_{t+1} / N_t = 0.80$

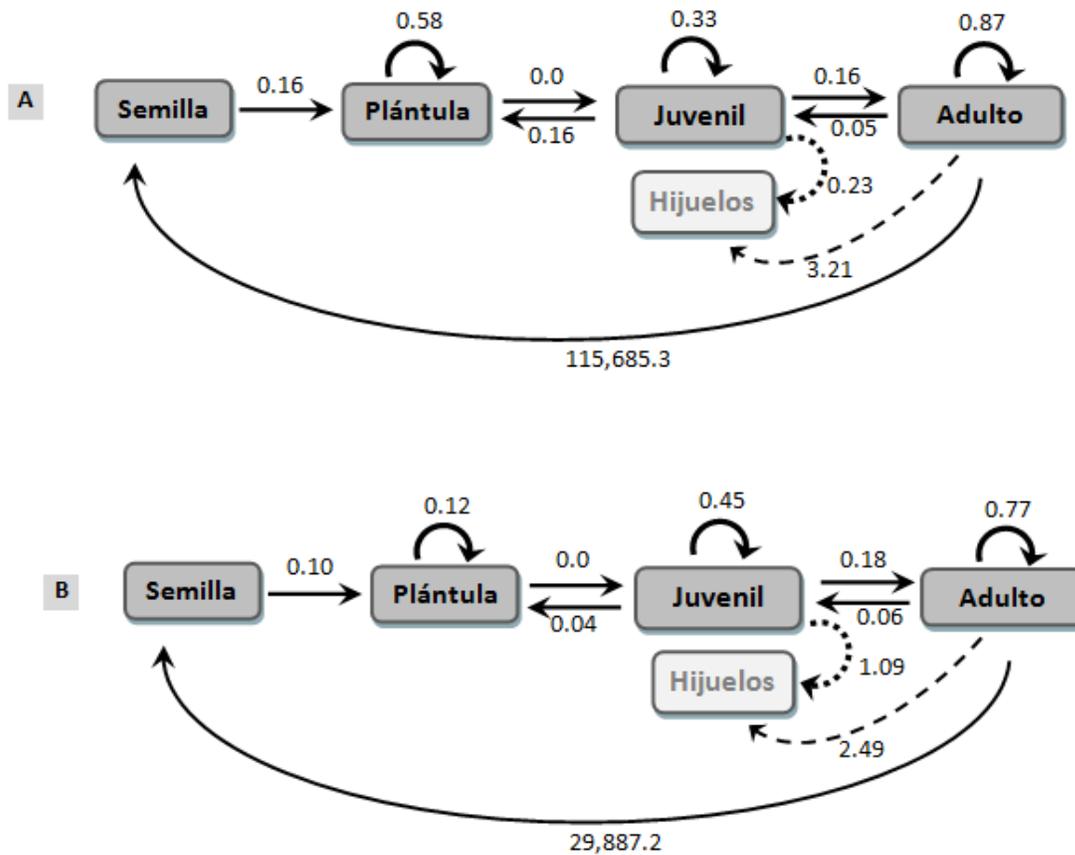


Figura 24. Ciclo de vida de *Dasyliiron acrotrichum* y probabilidades de transición en el sitio control (A) y con extracción (B). Las flechas entre los rectángulos describen las probabilidades de transición entre los estadios de desarrollo y la regresión a una categoría inferior por achicamiento. Las flechas arriba de cada casilla muestran la probabilidad anual de permanencia en esa categoría del tiempo t al tiempo $t+1$. La flecha sólida que sale de la categoría de adulto indica la producción de semillas por hembra. Las flechas punteadas que salen de adulto y de juvenil, indican la producción de hijuelos.

8.- Discusión

México es un país privilegiado en términos de diversidad biológica y cultural. Muchas de sus festividades y tradiciones dependen de plantas con alto valor espiritual y ceremonial. Por ello, la conservación de estas especies permitirá la conservación de estas tradiciones, ya que no es posible salvaguardar las culturas, mientras no se detenga la destrucción del entorno natural que les sirve de base y que dan sentido a su existencia tanto material como espiritual (Toledo, 2012). En el centro de Veracruz, el manejo de *D. acrotrichum* para la elaboración de arcos florales en fiestas patronales se encuentra fuertemente arraigado dentro de un sistema de mayordomías, que es responsable de todas las actividades relacionadas con la elaboración de los arcos. Esta tradición está siendo heredada y adoptada por nuevas generaciones, incrementándose la demanda de la planta, ya que muchos jóvenes participan en la elaboración de esta ofrenda.

Las mayordomías coordinan el esfuerzo colectivo en la celebración religiosa de los habitantes de una comunidad, pero en el caso del grupo del “arco mayor” en Coatepec, el sistema de mayordomías funciona en un nivel diferente del sistema de cargos o “sistema político-ceremonial” descrita por Carrasco (1991), quien afirma que el puesto de mayordomo es sólo por un periodo corto de tiempo (generalmente un año) sin reelección (Carrasco, 1991; Gómez-Arzapalo, 2010). Pero la vigencia del cargo y las funciones pueden variar de lugar a lugar. En Coatepec, la mayordomía del “arco mayor” ha estado a cargo de la familia Huesca durante los últimos 80 años y el actual mayordomo lleva en el cargo más de 10 años, se encarga de financiar, organizar y construir el “arco mayor” en la fiesta de San Jerónimo. La forma de coordinar y organizar la construcción del arco, es un conocimiento que se transmite a las nuevas generaciones de donde surgirán los organizadores de las fiestas venideras, garantizando la continuidad y el resguardo de la tradición de los arcos florales (Gómez-Arzapalo, 2010). Esta transmisión de conocimientos también incluye el conocer los sitios y métodos de colecta, el manejo de las plantas, la elaboración de los ornamentos, así como los acuerdos con los propietarios de los sitios de extracción de los materiales vegetales que integran el arco.

La responsabilidad del manejo de las plantas recae en el mayordomo, quien dirige la colecta de los materiales vegetales para la elaboración del arco. Para la colecta de *D.*

acrotrichum, el mayordomo tiene un acuerdo histórico (80 años aproximadamente) con el propietario del sitio de extracción, lo que asegura el abastecimiento de “cucharilla para el arco mayor. El mayordomo actual, ha heredado el conocimiento sobre la extracción y el manejo de *D. acrotrichum*, de los anteriores mayordomos que han estado en su familia. Además, conoce cuales son las características que deben tener las plantas para ser colectadas y trasmite a otros arqueros sus experiencias sobre este proceso. Los faeneros más experimentados son elegidos por el mayordomo como “cortadores”, para que elijan y corten las plantas adecuadas; mientras que, los inexpertos apoyan a los cortadores amarrando y acarreando los ejemplares colectados. Esta organización y delegación de funciones son representativos del sistema de mayordomías; sin embargo, existen grupos de arqueros de reciente conformación que no adoptaron este sistema. Varios de estos grupos tampoco tienen relaciones o acuerdos con propietarios de sitios con *D. acrotrichum*, por lo que su acceso a la planta es restringido. Por ello, estos grupos recurren al mayordomo para que les consiga las plantas que necesitan para sus arcos. Lo anterior influye en incremento de la demanda de la especie y en que la colecta realizada por el mayordomo sea más numerosa, cortando más plantas de las necesarias para el arco mayor. Esto pudo haber sido lo que provocó una colecta mayor en 2014, donde se colectaron 25 individuos extras (10% más) que no fueron utilizados y se desperdiciaron. A su vez, lo antes mencionado está relacionado con el libre acceso al recurso que tiene el mayordomo, ya que el propietario del sitio de extracción no le impone un límite en el número de ejemplares a colectar, pudiendo extraer un número indefinido de plantas. Todo lo anterior muestra que el mayordomo, además de experiencia en la forma de extracción del recurso, debe planificar mejor la colecta de esta especie, determinando con anticipación el número de ejemplares a colectar para evitar el desperdicio y realizar una extracción más organizada y controlada.

En otros lugares donde se elaboran arcos florales como en Tequila, Veracruz, la cantidad de extracción de *D. acrotrichum* es controlada por los propietarios de los sitios (en Acultzingo, Veracruz y en Azumbilla, Puebla), a través del cobro de las plantas colectadas, los cuales tiene un costo aproximado de cinco pesos cada una (Mata-Labrada, 2011). En este lugar, los colectores son patrocinados por el mayordomo de la fiesta quién cubre el costo total de la colecta. Este tipo de control sobre el acceso al recurso influye en la cantidad y frecuencia de colecta. Si un mayordomo tiene poco presupuesto, su colecta se

limitará a cortar sólo las plantas necesarias y será más eficiente; por el contrario, una colecta con acceso libre puede provocar una extracción excesiva de la planta. Ambos tipos de acceso pueden tener distintas repercusiones en las poblaciones naturales de esta especie, pues varios productos forestales no maderables han sido sobre-explotados por falta de normas que regulen su uso, lo que puede provocar un impacto en la estructura y dinámica de las poblaciones de estos recursos (Peters, 1994; Ticktin, 2004).

En el caso de *D. acrotrichum* que es utilizada en varias partes de México para elaborar ornamentos en fiestas religiosas como en Hidalgo, Morelos, Querétaro, Guanajuato, Estado de México, Puebla y Veracruz (Haeckel, 2008; López-Gutiérrez, 2010; Mendoza-García, 2010; Corrales-Mendoza, 2011; Mata-Labrada, 2011), existe la NOM-005-SEMARNAT-1997 que regula la extracción y el transporte de individuos completos de la especie en estudio. Esta norma no es acatada por el dueño del sitio de extracción en Alchichica, ya que no da parte a las autoridades correspondientes sobre la colecta que se realiza en su propiedad; además, desconoce los lineamientos de esta norma. El grupo de arqueros de Coatepec mencionó desconocer la existencia de reglamentos para esta actividad, sin embargo, durante el trayecto de regreso (Alchichica-Coatepec) se aseguran de no ser interceptados por ninguna autoridad para evitar ser sancionados. Por otro lado, es importante mencionar los acuerdos entre propietario y mayordomo que demuestran una conciencia de preservación del recurso. El propietario del sitio recomienda al mayordomo no extraer plantas pequeñas y no colectar en el mismo punto donde se colectó el año anterior, para evitar daños en la población de la planta.

Por otro lado, se han registrado colectas clandestinas e ineficientes en la zona de extracción y que posiblemente son realizadas por arqueros inexpertos, ya que cortan ejemplares inmaduros y al no tener las características adecuadas son abandonados en el sitio, por lo que se cortan más ejemplares de los necesarios. Lo anterior sugiere que una colecta bajo la dirección de un mayordomo es más controlada y puede tener menos efectos negativos sobre las poblaciones silvestres explotadas. La mayordomía proporciona reconocimiento y prestigio que construye relaciones que facilitan el acceso al recurso, evitando las colectas clandestinas y el desabasto de la planta. A pesar de estas ventajas, la mayordomía es un sistema de organización que no está siendo adoptado por los nuevos grupos de arqueros.

Durante este estudio se observó que la mayordomía es un sistema que procura la continuidad y la expansión de las tradiciones al involucrar a jóvenes y niños durante la construcción del arco y la fiesta patronal (Ortega y Mora, 2014). Recientemente, en varios municipios del centro de Veracruz como Coatepec, Teocelo, Acajete, Tlalnahuayocan y Xico se siguen construyendo nuevas iglesias y capillas, lo que promueve la creación de nuevos grupos de arqueros para construir los arcos de estas nuevas iglesias. Esto provoca un incremento en la demanda de *D. acrotrichum*. En 2006, en los primeros cuatro municipios, se construyeron más de 70 arcos florales, cuando en 1910 solo se construían cuatro (Haeckel, 2008). Sólo en Xico se pueden llegar a construir más de 30 arcos florales en un año (Mata-Labrada, 2011). En la fiesta de San Jerónimo de Coatepec, el 29 de septiembre de 2013, se construyeron en total 15 arcos florales, cuando el mayordomo asegura que hace poco más de 10 años se construían siete como máximo. Esto significa que en menos 10 años se incrementó más del 100% la construcción de arcos, con un consecuente aumento en la extracción de *D. acrotrichum*, la cual hasta el momento no había sido evaluada. En 2014, se registró un incremento del 10% en la extracción del recurso, lo cual está relacionada con otros compromisos del mayordomo al hacer arcos florales para particulares durante la fiesta de San Jerónimo y la construcción de arcos en otras celebraciones en los meses de octubre a diciembre, como la de la Virgen de Juquila, la Virgen de Guadalupe y Cristo Rey.

Otro factor que influye en la cantidad de extracción de *D. acrotrichum*, es el diseño del arco floral, el cual es diferente cada año y es definido por el mayordomo y los arqueros más antiguos de su grupo. El “arco mayor” es el más grande de la fiesta patronal (12.50 x 3.60 m aprox.), por lo tanto, requiere una mayor cantidad de materiales vegetales que el resto de los arcos para su construcción. El mayordomo asegura que hace más de 30 años el diseño del arco era lo que determinaba la cantidad de recursos vegetales a colectar, actualmente, eso ha cambiado y la colecta se basa en función de la disponibilidad de los materiales, lo que habla de problemas en el abasto de los recursos. Un ejemplo de esto fue registrado en el trabajo de López-Gutiérrez (2010), en cinco comunidades del Valle de México donde se elaboran arcos florales en diversas fiestas religiosas, sustituyeron el uso de *D. acrotrichum* por espigas, semillas o flores, ya que cada vez es más difícil encontrar y tener acceso a esta planta, pues los dueños de los sitios de extracción ya no dejan entrar a

los arqueros a coleccionar. Lo anterior sugiere que el aumento de la demanda de *D. acrotrichum*, las colectas no planificadas adecuadamente y sin restricciones, además de las colectas clandestinas por arqueros inexpertos son factores que amenazan este recurso.

Para obtener las “cucharillas”, los faeneros del “arco mayor” de Coatepec procesan manualmente las plantas colectadas de *D. acrotrichum*, aprovechando aproximadamente sólo el 60% de cada ejemplar. Este método requiere una colecta numerosa de ejemplares de *D. acrotrichum* para obtener las cucharillas necesarias para construir el arco, perdiéndose así ejemplares adultos que ya no se podrán reproducir, afectando la dinámica poblacional de la especie. Por lo anterior, es necesario trabajar con el mayordomo para encontrar una forma de aprovechar al máximo el recurso y disminuir las cantidades de extracción. Posiblemente, el resto de las cucharillas que no son utilizadas para el arco mayor, podrían utilizarse para construir los arcos de particulares que enmarcan entradas de restaurantes y escuelas, ya que no se tratan de la ofrenda más importante de la celebración, sólo son decorativos.

Por otro lado, los resultados de los análisis poblacionales de este trabajo, sugieren que la extracción de *D. acrotrichum* tiene efectos negativos en la supervivencia, en la estructura poblacional, la reproducción por semillas. Estos efectos se han reportado en estudios de otras plantas útiles donde su extracción disminuye sus poblaciones silvestres (Ticktin, 2000; Godínez-Álvarez *et al.*, 2008; Carillo-Ángeles y Mandujano, 2011; Brena-Bustamante, 2012). En el sitio con extracción, el porcentaje de supervivencia de las plántulas fue solo del 12%, mientras que el sitio control fue del 59%. Esto puede ser provocado por el pisoteo en la zona de extracción, ya que los individuos más pequeños son difíciles de ver y al ser un sitio de libre acceso, el tránsito de personas y ganado es más frecuente que en sitio control. La producción de semillas fue cuatro veces menor en el sitio con extracción, lo que puede estar relacionado con que los arqueros coleccionan individuos reproductivos, que son los que tienen los diámetros más grandes y producen escapos florales. Estos individuos son coleccionados estando en floración, evitando que los escapos florales maduren y produzcan semillas. Por consecuencia, tiene un efecto negativo en el establecimiento de plántulas. Estos efectos en la reproducción sexual pueden tener efectos en el reclutamiento, la estructura poblacional y diversidad genética de las poblaciones como

se ha demostrado en *Agave kerchovei*, *Stenocereus stellatus* y *Agave marmorata* (Godínez-Álvarez *et al.*, 2008; Brena-Bustamante, 2012).

La producción de hijuelos por juveniles fue mayor en el sitio con extracción, esto puede estar relacionado con las colectas clandestinas, debido a que se cortan individuos de tamaños de diámetro más pequeños, lo cual puede propiciar un incremento en la reproducción vegetativa. En otras especies clonales cuando están bajo condiciones de estrés ambiental o cuando son fuertemente extraídas incrementan la producción de hijuelos (Eguiarte *et al.*, 1992; Mandujano, 2007). En esas circunstancias, la producción de clones consume menos recursos a diferencia de la reproducción sexual que necesita producir los accesorios para atraer a los polinizadores como la producción de flores, recompensas como néctar y aromas y polen para formar semillas (Eguiarte *et al.*, 1992; Mandujano, 2007). Aunado a esto, los arqueros colectan adultos que corresponden a la categoría que presentó el mayor número de hijuelos por planta, lo que quiere decir, que un adulto puede tener clones con tamaños de adulto y estos clones también son colectados por los arqueros. Esto puede estar induciendo a los adultos a una mayor producción de vástagos, ya que el crecimiento clonal es más común en ambientes donde la mortalidad de plántulas es alta (Bazzaz *et al.*, 1987), como ocurrió en la población de extracción de *D. acrotrichum*, que presentó una probabilidad de transición de semillas a plántulas de sólo el 10% y en la que no se registró germinación de semillas *in situ* durante los experimentos de campo.

La tasa de crecimiento poblacional es prácticamente igual en ambos sitios (control $\lambda=0.81$; extracción $\lambda=0.80$); sin embargo, estos valores reflejan un decremento en el crecimiento poblacional. La estructura de las poblaciones es diferente. En el sitio control es mayor la proporción de individuos de origen sexual, mientras que el sitio con extracción presenta una mayor proporción en individuos de propagación vegetativa. En el caso de *Opuntia rastrera*, a través de proyecciones matriciales se removió la reproducción sexual de una población y la reproducción vegetativa fue suficiente para mantener la tasa de crecimiento poblacional estable ($\lambda = 1$) (Mandujano *et al.*, 2001).

La clonalidad puede provocar una reducción en la diversidad genética de la población, al no formarse nuevas combinaciones genéticas, siendo desfavorable en ambientes extremos y limitar la dispersión de la especie (Eguiarte *et al.*, 1992; Mandujano, 2007). En los casos de *Aechmea magdalenae* y *Mammillaria gaumeri* su extracción ha

promovido la propagación vegetativa (Ticktin, 2000; Ferrer *et al.*, 2011) y sus poblaciones podrían estar sufriendo una erosión genética. Por lo anterior, la producción de clones se puede considerar una respuesta de compensación de las plantas que experimentan alguna situación desfavorable como la extracción, teniendo un efecto en las respuestas funcionales y demográficas (Eguiarte *et al.*, 1992; Mandujano, 2007). Esta respuesta también es observada en plantas que presentan herbivoría o defoliación, como el caso de algunas palmas como *Brahea aculeata* o *Sabal* spp. (Macedo, 2015; Martínez-Ballesté *et al.*, 2008), permitiéndole a los individuos no solo mantenerse, sino incluso aumentar su adecuación después de la pérdida de área foliar, mediante un ajuste en el proceso de la fotosíntesis y la respiración o mediante la movilización de reservas almacenadas en la raíz hacia otros órganos para producir nuevas hojas y así minimizar los efectos dañinos del estrés (Retuerto *et al.*, 2003). Estas respuestas ante las presiones ambientales podrían explicar el incremento en la producción de hijuelos o clones en los sitios con extracción en *D. acrotrichum*. Sin embargo, el conocimiento sobre el papel de la reproducción sexual *versus* la propagación vegetativa en el mantenimiento y crecimiento de poblaciones que crecen en ambientes áridos y semiáridos, como en el que crece *D. acrotrichum*, es todavía muy limitado (Ferrer *et al.*, 2011).

Muchas plantas silvestres han sido utilizadas de manera tradicional a través del tiempo, algunas de ellas han sido sobreexplotadas y que cada vez es más difícil tener acceso a ellas. En este estudio registramos que el incremento en la demanda de *D. acrotrichum* puede afectar su disponibilidad e incluso a modificar la manera en que se diseña el arco mayor. En otras especies como *Gaultheria acuminata* y *Liquidambar macrophylla*, utilizadas para hacer portales en la cuaresma y semana santa, han sido sobre-explotadas. El liquidámbar ya es escaso y los lugareños tienen que ir cada vez más lejos a conseguir este recurso (Mata-Labrada, 2011, 2013). En situaciones similares se encuentran algunas poblaciones de *Agave* spp., *Laelia autumnalis*, *Sabal* spp., *Brahea* spp., *Mammillaria* spp., *Polaskia* spp., *Tillandsia* spp. (Blancas *et al.*, 2006; Pulido *et al.*, 2007; Haeckel, 2008; Martínez-Ballesté, 2008; Valverde *et al.*, 2009; Ferrer *et al.*, 2011; Beltrán-Rodríguez *et al.*, 2012; Brena- Bustamante, 2012; Delgado-Lemus *et al.*, 2014a), todas estas especies de plantas son utilizadas de manera tradicional en rituales, artesanías, medicinas o bebidas tradicionales y que en la mayoría de los casos no tienen un manejo adecuado y sostenible.

El caso de *A. cupreata* no es la excepción de sobre-explotación, sin embargo, con base en una experiencia exitosa de manejo se sugiere que se respeten por lo menos 30% de los individuos reproductivos, para asegurar la provisión de semillas y la recuperación natural de las poblaciones, para seguir utilizando este recurso (Torres *et al.*, 2015). Estas simulaciones también podrían aplicarse en poblaciones de *D. acrotrichum*, utilizando diferentes tasas de extracción para poder conocer su posible estado en el futuro y las tasas de extracción adecuadas que aseguren el mantenimiento de las poblaciones de la especie.

Existen otros mecanismos de protección de plantas útiles, como el fortalecimiento de la organización local para regular el uso de recursos, basado en el conocimiento y manejo tradicional sustentable de plantas. Estos mecanismos podrían ser aplicados para el caso de *D. acrotrichum* y favorecer su conservación, como en las palmas de los géneros *Sabal* y *Brahea* que actualmente mantienen un manejo sostenible satisfaciendo la demanda local y sin poner en riesgo las poblaciones naturales de las especies (Caballero *et al.*, 2001; Macedo, 2015). Otros ejemplos sobre aprovechamiento sustentable de plantas silvestres en el país, son el caso del copal (*Bursera citronella*) y *Agave cupreata* para la producción de mezcal, ambas en estado de Guerrero; *Dioon merolae* (Cicadas) y *Tillandsia eizzi* (Bromelias) utilizadas en fiestas religiosas de Chiapas; y la candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*) (Estudios de caso sobre aprovechamiento sustentable de plantas silvestres en México, 2012). Estos casos han tenido éxito por estar basados en estudios etnográficos y ecológicos que permiten hacer recomendaciones adecuadas para un manejo sostenible. Además, resaltan la importancia de contemplar la conservación de técnicas tradicionales de manejo que han sido adecuadas y que han tenido un efecto positivo en las poblaciones de las plantas utilizadas (Bocco *et al.*, 2000; Toledo y Boege, 2009, García-Valenzuela, 2011; Blancas *et al.*, 2013; 2016). Estas técnicas de manejo han sido evaluadas y utilizadas en los programas de conservación de la diversidad biológica, ya que preservan los servicios ambientales y los beneficios culturales que estas prácticas tradicionales proveen a la sociedad.

El manejo tradicional de *D. acrotrichum* no había sido evaluado, pero los resultados de la presente investigación señalan que el método de extracción y el manejo actual de la planta, provocan una tendencia al decremento de la supervivencia y la reproducción sexual, parámetros indispensables en el mantenimiento de las poblaciones.

Sin embargo, haría falta hacer un estudio poblacional a largo plazo que permita evaluar con más detalle estos parámetros y analizar otros factores, que junto con la extracción, también estén afectando las poblaciones silvestres de *D. acrotrichum*.

Por lo anterior, se necesita mejorar las técnicas de manejo y de aprovechamiento de *D. acrotrichum*, estimando la cantidad adecuada de plantas coleccionar, para evitar desperdicios y la muerte innecesaria de adultos reproductivos, así como trabajar en conjunto mayordomo y grupos de arqueros independientes, para que estos últimos se capaciten en la colecta de esta especie, mejorando el método de selección y corte de los ejemplares. Además, se podrían promover vínculos con propietarios de sitios con *D. acrotrichum* y así disminuir la incidencia de colectas clandestinas. También se podrían sugerir periodos de descanso y la rotación de los puntos de colecta, para la recuperación de las zonas de extracción.

La conservación de *D. acrotrichum* es de suma importancia para preservar la tradición de los arcos florales y las festividades de las que forman parte, ya que estas celebraciones son el escenario que permite fortalecer y reafirmar la identidad local de los participantes, los espectadores y los lugareños, al celebrar a su santo patrono. Wilsey y Nelson (2008) aseguran que las actividades culturales asociadas al uso de plantas silvestres, refuerzan las relaciones socioculturales. Estos son valores espirituales y religiosos que ofrecen los recursos naturales, que han sido utilizados por diferentes grupos sociales y étnicos en tradiciones ancestrales (MEA, 2005).

9.- Recomendaciones

- Compartir los resultados de este estudio con el mayordomo, los grupos de arqueros de Coatepec, los dueños de sitios con *D. acrotrichum*, a través de reuniones y talleres informativos
- Fortalecer la mayordomía con la integración de otros grupos de arqueros, con la finalidad de mantener este sistema de organización y generar un estrategia de manejo sustentable de la especie
- Organizar y capacitar a grupos de arqueros/faeneros independientes e inexpertos, para que adopten los criterios de selección y métodos de colecta que utilizan los grupos bajo el sistema de cargos de mayordomía y así realizar una extracción más eficiente y organizada
- Proponer un uso eficiente de los ejemplares colectados para evitar su desperdicio y reducir la tasa de extracción; por ejemplo, aprovechando el 40% de la “cucharilla” que se desecha en la construcción de arcos ornamentales para particulares.
- Evaluar la demografía de *D. acrotrichum* a través de modelos integrales de proyección, considerando los tamaños de diámetro de hijuelos o clones para tener mejores datos sobre la reproducción vegetativa de la especie, a largo plazo y en distintos sitios de colecta
- Analizar los casos exitosos de manejo tradicional de especies clonales de poblaciones silvestres, para adaptar estas técnicas en el manejo de *D. acrotrichum*

10.- Bibliografía.

- Albuquerque, U. 1999. La importancia de los estudios etnobiológicos para el establecimiento de estrategias de manejo y conservación en las florestas tropicales. *Biotemas* 12: 31-47.
- Alexiades, M. N. 1996. Selected guidelines of ethnobotanical research: a field manual. The New York Botanical Garden, New York, 306 p.
- Arce-González, L., J. V. Reyna, A. V. Oyervides, A. G. del Trejo y G. P. Villa. Pruebas de germinación en semillas de sotol (*Dasyilirion cedrosanum* Trel.) utilizando extractos secos de lechuguilla (*Agave lechuguilla* Torr.) bajo condiciones de laboratorio.
- Arias-Toledo, A. A., M. T. Valverde y S. J. Reyes. 2000. Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Instituto Nacional de Ecología. Red para el Desarrollo Sostenible, A. C. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Arrieta-Fernández, P. 2004. Cultura y celebración en Xico. *La palabra y el hombre* 130: 69-89.
- Ávila, I. y K. Oyama. 2002. Manejo sustentable de *Laelia speciosa* (Orchideaceae). *CONABIO. Biodiversitas* 43: 9-12.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of Linnean Society*, 161: 105-121.
- Bazzaz, F. A., N. R. Chiariello, P. D. Coley y L. F. Pitelka. 1987. Allocation resources to reproduction and defense. *BioSciencia* 37: 58-67.
- Barrera-Caraza, E. 1992. La mayordomía entre los otomíes. *La palabra y el hombre* 81: 97-120.
- Belcher, B. M. 2003. What isn't an NTFP? *International forestry review* 5: 161-168.
- Beltrán-Rodríguez, L. A., B. Martínez-Rivera y A. Paulo-Maya. 2012. Etnoecología de la flor de Catarina *Laelia autumnalis* (La llave Et Lex. Lindl.) (Orchidaceae) en una comunidad campesina al sur del Estado de Morelos, México: Conservando un recurso y preservando saberes populares. *Etnoecología* 10: 1-17.
- Bennett, B. 1992. Plants and people of Amazonian rainforest. *BioScience* 42: 599-607.
- Blancas, J. J., F. Parra, J. D. Lucio, M. E. Ruíz-Durán, E. Pérez-Negrón, A. Otero-Arnaiz, N. Pérez-Nasser y A. Casas. 2006. Manejo tradicional y conservación de la Biodiversidad de *Polaskia* spp. (Cactaceae) en México. *Zonas áridas* 10: 20-40.

- Blancas, J., A. Casas, D. Pérez-Salicrup, J. Caballero and E. Vega. 2013. Ecological and socio-cultural factors influencing plant management in Náhuatl communities of the Tehuacán Valley, México. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine* 9: 1-22.
- Bocco, G., A. Velázquez y A. Torres. 2000. Ciencia, comunidades indígenas y manejo de recursos naturales. Un caso de investigación participativa en México. *Interciencia* 25: 64-70.
- Bogler, D. J. 1994. Taxonomy and phylogeny of *Dasyilirion* (Nolinaceae). Ph. D. Dissertation. The University of Texas at Austin.
- Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem, Freie Universität Berlin. Electronic versión 1.0. URL: <http://www.bgbm.org/scripts/asp/IAPT/ncugentry.asp?name=Dasyilirion>
- Bravo-Hollis, H. 1978. Las cactáceas de México. Vol. I. Universidad Nacional autónoma de México, D. F. 2ª ed. 743p.
- Brena-Bustamante, P. 2012. El aprovechamiento y la estructura poblacional de *Agave kerchovei* Lem., en Tehuacán-Cuicatlán, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Posgrado en Botánica. Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
- Caballero, N. J., A. Martínez y V. Gama. 2001. El uso y manejo tradicional de la palma de guano en el área maya de Yucatán. *CONABIO. Biodiversitas*, 39: 1-6.
- Cano, P. A., Berlanga R. C. A., Castillo Q. D., Martínez B. O. U. y Zárata L. A. 2005. Análisis dimensional y tablas de producción de sotol (*Dasyilirion cedrosanum* Trel.) para el estado de Coahuila. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 18. Coahuila, México. 24 p.
- Carrasco, P. 1991. Sobre el origen histórico de la jerarquía político-ceremonial de las comunidades indígenas", en: Modesto Suárez (coord.), Historia, antropología y política. Homenaje a Ángel Palerm. México, Alianza Editorial Mexicana, 709 p.
- Carrillo-Ángeles, I. G. y M. Mandujano. 2011. Patrones de distribución espacial en plantas clonales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 89:1-18.
- Casas, A., Camou A., Otero-Arnaiz A., Rangel-Landa S., Cruse-Sanders J., Solís L., Torres I., Delgado A., Moreno-Calles A. I., Vallejo M., Guillén S., Blancas J., Parra F., Farfán-Heredia B., Aguirre-Dugua X., Arellanes Y. y Pérez-Negrón E. 2014. Manejo tradicional de biodiversidad y ecosistemas en Mesoamérica: el valle de Tehuacán. *Investigación ambiental* 6: 23-44.
- Casas, A., Otero-Arnaiz A., Pérez-Negrón E. y Valiente-Banuet A. 2007. *In situ* management and domestication of plants in Mesoamerica. *Annals of Botany* 100:1101-1115.

- Corrales-Mendoza, M. C. 2011. Educación ambiental. El problema de extracción de especies vegetales endémicas. Tesis de licenciatura. Universidad Pedagógica Nacional. Morelos.
- Cuevas-Alba, J. 1986. Las festividades de San Jerónimo. En: Polanco, G. N., R. Contreras-Díaz, J. Moreno-Guzmán. 1986. Libro de Oro de Coatepec. Publicación conmemorativa del primer Centenario de Coatepec, Ver., como ciudad. CEID. Xalapa. 292 p.
- De la Peña, V. G. y C. Illsley. 2001. Los productos forestales no maderables: su potencial económico y de conservación. Grupo de Estudios Ambientales GEA.
- Delgado-Lemus, A., A. Casas and O. Téllez. 2014a. Distribution, abundance and traditional management of *Agave potatorum* in the Tehuacán Valley, México: bases for sustainable use of non-timber forest products. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 10: 1-12.
- Delgado-Lemus, A., I. Torres, J. Blancas y A. Casas. 2014b. Vulnerability and risk management of *Agave* species in the Tehuacán Valley, México. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 10: 1-15.
- Domínguez-Valerio, E. 2014. La fé en San Jerónimo Coatepec. Coatepec. 134 p.
- Eguiarte, L. E., J. Núñez-Farfán, C. Domínguez y C. Cordero. 1992. Biología evolutiva de la reproducción en plantas. *Ciencias* 6: 69-86.
- Elizalde, C. V. 2014. Germinación de semillas y sobrevivencia de plántulas de tres especies de *Tillandsia* y dos de *Hechtia*. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. De México.
- Encina-Domínguez, J. A., J. A. Meave y A. Zárate-Lupercio. 2013. Structure and woody species diversity of the *Dasyllirion cedrosanum* (Nolinaceae) Rosette Scrub of central and Southern Coahuila State, Mexico. *Botanical Sciences* 91: 335-347.
- Endress, B. A.; D. L. Gorchoy y E. J. Berry. Sustainability of a non-timber forest product: Effects of alternative leaf harvest practices over 6 years on yield and demography of the palm *chamaedorea radicalis*. *Forest Ecology and Management* 234: 181-191.
- Espejo, A., I. Ramírez y N. Cuevas. 1994. Diccionario mítico-mágico de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz, Xalapa, 20 p.
- Estrada, C. y M. Monasterio. 1988. Ecología poblacional de una roseta gigante, *Espeletia spicata* Sch. Bip. (Compositae), del paramo desértico. *Ecotrópicos* 1: 25-39.
- Estudios de caso sobre aprovechamiento sustentable de plantas silvestres en México. 2012. CONABIO-INECOL A. C. 58 p.

- FAO. 1999. FAO Forestry-Towards a harmonized definition of non-wood forest products. *Unasylva*, 198: 63-64
- Ferrer, M., R. Durán, M. Méndez, A. Dorantes y G. Dzib. 2011. Dinámica poblacional de genets y ramets de *Mammillaria gaumeri* cactácea endémica de Yucatán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 89: 83-105.
- Franco, M. 1990. Ecología de poblaciones. *Ciencias* 4: 4-9.
- García-Martínez, J. 2010. Efectos climáticos sobre el agua subterránea y el Lago Alchichica, Puebla, México. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Autónoma de México. Programa de posgrado en Ciencias de la Tierra.
- García-Valenzuela, M. A. 2011. Etnoecología de los agaves (*Agavaceae*) en la comunidad Ngiwa (Popoloca) de los Reyes Metzontla, Puebla, México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Campus Puebla.
- Godínez-Alvares, H., M. Jiménez, M. Mendoza, F. Pérez, P. Roldán, L. Ríos-Casanova y R. Lira. 2008. Densidad, estructura poblacional, reproducción y supervivencia de cuatro especies de plantas útiles en el Valle de Tehuacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 79: 393-403.
- Golubov, J., M. C. Mandujano, S. Arizaga, A. Martínez-palacios y P. Koleff. 2007. Inventarios y conservación de Agavaceae y Nolinaceae. En: Colunga, P., Eguiarte, L., & A. Garcia (eds). *El género Agavaceae y Nolinaceae en México: Una síntesis del estado del conocimiento*. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, CONACyT, UNAM.
- Gómez-Arzapalo, D. R. A. 2010. Los santos y sus ayudantes. Mayordomías en Xalatlaco, México. Reproducción cultural en el contexto de la religiosidad popular. *Gaceta de Antropología* 26: 1-12.
- González-Cerecedo, A. 1999. Ceremonias indígenas de Veracruz. Gobierno del Estado de Veracruz. 81 p.
- Haeckel, I. B. 2008. The "Arco Floral": Ethnobotany of *Tillandsia* and *Dasyilirion* spp. In a Mexican religious adornment. *Economic Botany* 62: 90-95.
- Hernández-Juárez, A. 2008. Caracterización morfológica, anatómica e histológica del sotol (*Dasyilirion cedrosanum* Trel.). Tesis Ingeniero en Agrobiología, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.
- Illsley, C., E. Vega, I. Pisanty, A. Tlacotempa, P. García, P. Morales, G. Rivera, J. García, V. Jiménez, F. Castro, y M. Calzada. 2007. Maguey papalote: Hacia el manejo campesino sustentable de un recurso colectivo en el trópico seco de Guerrero, México. En: *En lo ancestral hay futuro: Del tequila, los mezcales y otros agaves*,

- eds. Colunga-García Marín, P., L. Eguiarte, A. Larqué, y D. Zizumbo-Villarreal, Mexico: CICY-CONACYT-CONABIO-INE, 319–338.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de población y vivienda 2010. Cuestionario básico. URL: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/tabuladosbasicos/default.aspx?c=27302&s=est>
- Kim, J. H., D. J. Kim, F. Forest and M.W. Chase. 2010. Molecular Phylogenetics of *Ruscaceae sensulato* and related families (Asparagales) based on plastid and nuclear DNA sequences. *Annals of Botany* 106: 775-790.
- Kim, E. y K. Donohue. 2011. Demographic, developmental and life-history variation across altitude in *Erysimum capitatum*. *Journal of Ecology*, 99: 1237-1249.
- Krebs, C. J. 1999. *Ecological methodology*. Cummings. Nueva York, EEUU.
- López-Barbosa, L. A. 2005. El sotol en Coahuila, potencialidades y limitaciones. En: Conteras-Delgado, C. e I. Orega-Ridaura (eds). *Bebidas y regiones, historia e impacto de la cultura etílica en México*. Plaza y Valdés, S.A. México. 200p.
- López-Gutiérrez, B. N. 2010. Etnobotánica de *Dasyilirion acrotriche* (Schiede) Zucc. (Nolinaceae), en áreas del centro y sur del Estado de Hidalgo, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Hidalgo.
- Macedo, F. 2015. Respuestas funcionales y demográficas del manejo de *Brahea acuelata* en un bosque seco de Álamos, Sonora. Tesis de Maestría. Universidad de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología.
- Madrazo, M. M. y M. M. Urdapilleta. 2008. La Fiesta patronal de Xico, Veracruz. Tradición oral y festividad. Universidad Autónoma del Estado de México. *Ciencia Ergo sum* 15: 9-20.
- Mandujano, M. C., C. Montaña, I. Méndez y J. Golubov. 1998. The relative contributions of sexual reproduction and clonal propagation in *Opuntia rastrera* from two habitats in the Chihuahuan Desert. *Journal of Ecology* 86: 911-921.
- Mandujano, M. C., C. Montaña, M. Franco, J. Golubov y A. Flores-Martínez. 2001. Integration of demographic annual variability in a clonal desert cactus. *The ecological society of America* 82: 344-359.
- Mandujano, M. C. 2007. La clonalidad y sus efectos en la ecología de poblaciones. En: L. E. Eguiarte V. Souza y X. Aguirre (Comp.). *Ecología molecular*. SEMARNAT. INE. UNAM. CONABIO. México. 573 p.
- Martin, G. J. 2000. *Etnobotánica. Manual de métodos*. Montevideo, Uruguay. 240 p.

- Martínez-Ballesté, A., C. Martorell and J. Caballero. 2008. The effect of Maya traditional harvesting on the leaf production, and demographic parameters of *Sabal* palm in the Yucatán Peninsula, México. *Forest ecology and management* 256: 1320-1324.
- Martínez- Ballesté, A. y M. C. Mandujano. 2013. The consequences of harvesting on regeneration of a non-timber wax producing species (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc.) of the Chihuahuan desert. *Economic Botany* 67: 121-136.
- Mata-Labrada, F. 2011. Ecología y festividad relacionadas con la utilización de la flora en Tequila, Veracruz. Un poblado entre el bosque de niebla. Ulúa. *Revista de historia, sociedad y cultura* 18: 143-175.
- Mata-Labrada, F. 2011. La utilización de la flora y la religiosidad en tequila, Veracruz: un estudio etnohistórico e interdisciplinario de un pueblo enclavado en el bosque mesófilo de montaña. Tesis para obtener el grado de Maestro en Historia y Ethnohistoria. Escuela Nacional de antropología e historia. México, Distrito Federal.
- Mata-Labrada, F. 2013. Etnografía y ecología en relación al uso ritual y ceremonial de tres especies Botánicas: *Gaultheria acuminata*, *Dasyllirion acrotriche* y *Tillandsia usneoides*. En: Conde, F. A., P. A. Ortiz, A. Delgado y F. Gómez. *Naturaleza-Sociedad, reflexiones desde la complejidad*. Universidad Autónoma de Tlaxcala. México.
- Melgoza, C. A. y J. S. S. Tristán. 2005. Contribución al conocimiento y distribución de las especies de *Dasyllirion* spp. (Sotol) en Chihuahua, México. *Ciencia forestal en México* 28:25-40.
- Mendoza-García, M. 2010. Rescatando la cucharilla: *Dasyllirion acrotrichum* (Agavaceae). *Revista del Jardín Botánico Nacional* 105: 30-31.
- Millennium Ecosystem Assessment. 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, D. C.
- Molowny, H., R. y Espelta, J. M. 2013. Modelos integrales de proyección como instrumentos para la gestión medioambiental forestal. En: Blanco, J. A. (Ed.). *Aplicaciones de modelos ecológicos a la gestión de recursos naturales*. Barcelona: Omnia Science.
- Naranjo, E. J. y R. Dirzo. 2009. Impacto de los factores antropogénicos de afectación directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna. En: Sarukhán. J. *Capital Natural de México. Estado de conservación y tendencias de cambio*. Vol. II, 821 p.
- Ortega, O. M. y F. M. Rosales. 2014. Mayordomías y fiestas patronales en los pueblos originarios de santa Ana Tlacotenco y Santiago Tzapotitlan, Nahuas del Distrito Federal, México. *DiálogoAndino* 43: 51-63.

- Pavón, N. P., R. I. Escobar y R. Ortiz-Pulido. 2006. Extracción de la palma *Braheadulcis* en una comunidad otomí en Hidalgo, México. Efecto sobre algunos parámetros poblacionales. *Interciencia* 31: 57-61.
- Peters, C. M. 1994. Sustainable harvest of non-timber plant resources in tropical moist forest: an ecological primer. Bronx, New York. 47p.
- Peters, C. M. 1996. Observation on the sustainable exploitation of non-timber tropical forest products. En: M. Ruíz-Pérez y J. E. M. Arnold (eds.). Current issues in non-timber forest products research, pp. 19-39. Center for international forestry research, Bogor, Indonesia.
- Pulido, M. T., T. Valverde y J. Caballero. 2007. Variation in the population dynamics of the palm *Sabalyapa* in a landscape shaped by shifting cultivation in the Yucatan Peninsula, Mexico. *Journal of tropical Ecology* 23: 139-149.
- R Core Team. 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for statistical computing. Vienna, Austria. URL: <http://www.r-project.org/>
- Ramírez-Súchil, L. 1986. La tradición de “Los arcos”. En: G. N. Polanco, R. Contreras-Díaz, J. Moreno-Guzmán (eds.). Libro de Oro de Coatepec. Publicación conmemorativa del primer Centenario de Coatepec, Ver., como ciudad. CEID. Xalapa, 292 p.
- Retuerto, R., S. Rodríguez-Roiloa, B. Fernández-Lema y J. R. Obeso. 2003. Respuestas compensatorias de plantas en situaciones de estrés. *Ecosistemas* 1: 1-7.
- Reyes-García, V. y S. N. Martí. 2007. Etnoecología: punto de encuentro entre naturaleza y cultura. *Ecosistemas. Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 16: 46-55.
- Rzedowski, J. 2006. Vegetación de México. 1ra. Edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. 504 p.
- Rivera-Lugo, M. y E. Solano. 2012. Flora del Valle de Tehuacán-Cuicatlán. Nolinaceae. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. Universidad Nacional Autónoma de México 99: 1-68.
- Samaniego-Herrera, A., A. Anzures-Dadda, A. A. Castro-Luna, Y. de la Cruz-Elizondo, O. Hernández-González, M. A. Muñoz –Castro, R. Palcios-Silva, D. Pérez-Ataples y N. Righini. 2001. Estado actual de una población de *Dasyilirion acrotiche*, una planta bajo manejo en Alchichica, Veracruz. Pp. 10-12. En: M. L. Martínez, J. G. García-Franco, L. Cervantes y J. López-Portillo. Curso de Ecología de Campo. Posgrado en Ecología y Manejo de Recursos Naturales. Instituto de Ecología A. C. Xalapa.

- Sanabria-Diago, O. L. 2013. Valoración del conocimiento, uso, manejo y prácticas de conservación de la diversidad de recursos forestales no maderables en diferentes ambientes socioculturales de la región del Pacífico colombiano. Asociación colombiana de botánica. Popayán.
- Schmidt, I. B., L. Mandle, T. Ticktin y O. G. Gaoue. 2011. What do matrix population models reveal about the sustainability of on-timber products harvest? *Journal of applied ecology* 48: 815-826.
- SEMARNAT. 1997. Norma Oficial Mexicana NOM-005-SEMARNAT-1997. Procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal. Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental. Especies nativas de México de flora y fauna silvestres. Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio. Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.
- SEMARNAT. 2012. Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales, indicadores clave y desempeño ambiental. Distrito Federal.
- SEMARNAT-CONAFOR. s. f. Catalogo de recursos forestales maderables y no maderables. Clima árido, tropical y templado. URL: http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/Catalogo_de_recursos_forestales_M_y_N.pdf
- Sierra-Tristán, J. S., Lara Macías CR, Carrillo-Romo R, Melgoza-Castillo A, Morales-Nieto C y Royo-Vázquez MH. 2008. Los sotoles (*Dasyllirion* spp.) de Chihuahua. Folleto Técnico 20 INIFAP-CIRNOC. México. 58 p.
- SNIEG. 2014. Sistema Nacional de Información Estadística y Geográfica. Sistema de información Municipal. Cuadernillos Municipales 2014. Coatepec. URL: <http://www.veracruz.gob.mx/finanzas/files/2013/04/Coatepec.pdf> fecha de consulta
- Tadeo-Castro, R. 2007. Memoria y tradición en San Juan Ixtayopan. Pp. 245-281. En: Medina-Hernández, A. La memoria negada de la Ciudad de México: sus pueblos originarios. UNAM/IIA/UACM.
- Tapia-Tapia, E. del C. y R. Reyes-Chilpa. 2008. Productos forestales no maderables en México: Aspectos económicos para el desarrollo sustentable. *Madera y Bosques* 14: 95-112.
- Ticktin, T. 2000. Ethnoecology of *Aechmea magdalena* (Bromeliaceae): a participatory investigation into the sustainable harvest and conservation of a non-timber rainforest product. Tesis de Doctorado. McGill University, Montreal.

- Ticktin, T. 2004. The ecological implications of harvesting non-timber forest products. *Journal of Applied Ecology* 41: 11-21.
- Toledo, V. M. 2012. Red de Etnoecología y patrimonio biocultural. CONACYT. México. URL: <http://etnoecologia.uv.mx/pdfs/Red%20de%20Etnoecolog%C3%ADa-22.pdf>
- Toledo, V. M. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 14: 17-30.
- Toledo, V. M. 1997. Sustainable development at the Village Community Level: A third world perspective. Pp. 233-250. En: Smith De ST. F. *Environmental Sustainability. Practical global implications*. Lucie Press. Boca Raton Florida.
- Toledo, V. M., P. Alacón-Chaires, P. Moguel, M. Olivo, A. Cabrera, E. Leyequien y A. Rodríguez-Aldabe. 2001. El Atlas Etnoecológico Centroamérica: Fundamentos, Métodos y Resultados. *Etnoecología* 6: 7-41.
- Toledo, V. M., E. Boege. 2009. Biodiversidad, culturas y pueblos indígenas. En: Toledo, V. M. (Coord.). *La biodiversidad de México. Inventarios, manejos, usos, informática, conservación a importancia cultural*. Fondo de Cultura Económica, consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México, D. F.
- Torres. I., A. Casas, E. Vega, M. Martínez-Ramos and A. Delgado-Lemus. 2015. Population dynamics and sustainable management of mezcal agaves in Central México: *Agave potatorum* in Tehuacán-Cuicatlán Valley. *Economic Botany* 69: 26-41.
- Tropicos. Org. Missouri Botanical Garden. URL: <http://www.tropicos.org/Name/50001826>
- USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network-(GRIN) [Online Database]. National Germplasm Resources Laboratory Beltsville, Maryland. URL: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/NPGS/html/stdlit.pl?Bol%20Soc%20Bot%20Mex>
- Valverde, P. L., J. A. Zavala-Hurtado, C. Jiménez-Sierra, B. Rendón-Aguilar, A. Cornejo-Romero, S. Rivas-Arancibia, G. López-Ortega y M. A. Pérez-Hernández. 2009. Evaluación del riesgo de extinción de *Mammillaria pectinifera*, cactácea endémica de la región de Tehuacán-Cuicatlán. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 219-230.
- Vega, C. J., A. Melgoza-Castillo y J. S. S. Tristán. 2006. Caracterización del crecimiento de dos especies de sotol (*Dasyliirion leiophyllum* Engelm. Ex Trelease y *D. sereke* Bogler) fertilizadas con nitrógeno y fosforo. *Ciencia forestal de México* 99: 55-71.
- Velasco, F. J. 1998. La Etnoecología como fuente de enriquecimiento de la evaluación de imparto en ambiente y salud. Memorias IV Congreso Interamericano sobre el medio ambiente. Universidad Simón Bolívar. Caracas.

Vidal, R. M. 2012. Estudio de caso No. 8. Bromelias. En: Estudios de caso sobre aprovechamiento sustentable de plantas silvestres en México. CONABIO-INECOL A. C. pp 58.

Wilsey, D. S. y K. C. Nelson. 2008. Conceptualizing multiple nontimber forest product harvest and harvesting motivations among balsam bough pickers in northern Minnesota. *Society and Natural Resources* 21: 812-827

Zar, J. H. 1988. *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

Anexo 1. Guión de preguntas para entrevistas semiestructuradas realizada al dueño del sitio de extracción, mayordomo, arqueros/faeneros y las autoridades; principales actores sociales involucrados en el manejo de *D. acrotrichum* en fiestas de hace 10 años o más.

ACTORES PRINCIPALES	PERSONAL	FIESTA	EXTRACCIÓN
Dueño del sitio de extracción de la planta.	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en Alchichica? • ¿Desde cuándo pertenece el terreno de colecta a su familia? 	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Alguna vez ha participado en la elaboración del arco mayor en la Fiesta de san Jerónimo en Coatepec? 	<p style="text-align: center;">Sobre <i>Dasyllirion acrotrichum</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo le nombran en Alchichica a la planta de dónde sacan la cucharilla? • ¿Sabe cuando florece? • ¿Sabe que usos le da la gente aquí en Alchichica? • ¿Usted le da algún uso a esta planta? • ¿Desde cuándo ha dado permiso a los arqueros para que corten “cucharilla” en su terreno? • ¿Da permiso de que se corte la planta para otros usos, además de ocuparla para hacer los arcos? <p style="text-align: center;">Sobre los arqueros</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Además de los arqueros de Coatepec, vienen arqueros de otros lugares? • ¿Cuáles lugares? • ¿Organiza de alguna manera las visitas de los diferentes grupos de arqueros cada año? • ¿Recibe algún apoyo o algo a cambio de parte de los arqueros por dejar que colecten la planta en sus terrenos? <p style="text-align: center;">Sobre los sitios de extracción</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Tiene más de un terreno donde se extraiga cucharilla? • ¿Lleva algún control o registro de las partes donde se extrajo planta en años anteriores, de manera que usted controle donde deja corta y dónde no? • ¿Algún o algunos grupos de arqueros colectan en más de uno de sus terrenos?

		<ul style="list-style-type: none"> • ¿El número de grupos de arqueros a los que les da permiso a cambiado? (disminuido o aumentado) • ¿Ha notado que el número de estas plantas disminuya en el terreno de extracción? • ¿Alguna vez las autoridades le ha hecho un comentario por dejar que colecten las plantas en su terreno?
<p>Mayordomo</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en Coatepec? 	<p style="text-align: center;">Sobre la mayordomía</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué es un mayordomo y cuáles son sus responsabilidades y actividades? • ¿Cómo lo eligieron Mayordomo para el arco Mayor de la Fiesta de San Jerónimo? • ¿Cuántos años lleva siendo el Mayordomo para el arco de esta fiesta? • ¿Por qué no ha habido otro mayordomo? • ¿Qué le gusta de ser Mayordomo? • ¿cuántos años más seguirá siendo Mayordomo? <p style="text-align: center;">Referente al arco</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Sabe desde cuando se hace el arco como ofrenda para san Jerónimo? • ¿Sabe quién construyó el 1er arco para el santo? • ¿Conoce quién podría saber esa información? • ¿De qué materiales está elaborado? • ¿Los materiales alguna vez han cambiado? ¿Por qué? • ¿Sabe cómo fue que la gente empezó a ocupar la cucharilla para los arcos? • ¿Desde cuándo? • ¿Hay alguna planta que podría sustituir a la cucharilla, cuál? • ¿El arco mide lo mismo cada año? • ¿Cómo se ha elegido el diseño del arco de 	<p style="text-align: center;">Organización de la colecta y método de extracción:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Este año usted fue a cortar la “cucharilla”? • ¿Desde cuándo usted va al corte de la planta? • ¿Qué le toca hacer el día del corte de la planta? • ¿Cómo a prendieron a cortar la planta? • ¿La forma de cortar las plantas ha cambiado? • ¿Cuántos arqueros van a la colecta? • ¿El número de arqueros cambia o se mantiene cada año? • ¿Van las mismas personas cada año? • ¿Por qué no pueden ir mujeres a cortar la planta? • ¿Cómo se organizan para cortar las plantas? • El número de plantas colectadas cambia o es el mismo cada año? • ¿De qué depende? • Considera que la cantidad de plantas utilizadas ha variado a través de los años o se ha mantenido? (Aumentó o disminuyó) • ¿Alguna vez han ido a traer planta y no hay encontrado o no ha sido suficiente? <p style="text-align: center;">Sobre el control del uso de la planta</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Sabe si el uso de la planta está regido por alguna ley? • ¿Alguna vez han tenido algún problema con las autoridades por colectar esta planta?

años anteriores?

- ¿El método de elaboración del arco ha cambiado a través de los años?
- ¿Cree que por alguna razón algún día se deje de hacer el arco y cuál sería?

Organización

- ¿Cómo se les llama al grupo de personas que ayudan a construir el arco?
- ¿Qué es un arquero y que hace?
- ¿Quién y cómo se elige a los arqueros?
- ¿Cómo se han organizado en años anteriores para dividirse las diferentes actividades?
- ¿Esa organización ha cambiado en alguna ocasión?
- ¿Quiénes son los arqueros más antiguos?
- ¿Qué se necesita para ser un arquero?
- ¿Una mujer puede ayudar a construir el arco?

- En caso de contestar sí, ¿Con cuales autoridades?

-
- ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en Coatepec?
 - ¿Desde cuándo conoce al Mayordomo?

Sobre el arco

- ¿Sabe desde cuando se hace el arco floral como ofrenda para san Jerónimo?
- ¿Desde cuándo es arquero o faenero?
- ¿Cómo es que usted comenzó a participar como arquero, lo eligieron, pidió permiso, cómo?
- ¿En cuántas fiestas ha participado para la elaboración de arcos florales?
- ¿Cómo es que usted comenzó a participar como arquero, lo eligieron, pidió permiso, cómo?
- ¿Usted se encarga de algo en especial en la elaboración del arco o ayuda en lo que se necesite?
- ¿Cómo se han organizado en años anteriores para dividirse las diferentes actividades?
- ¿Esa organización ha cambiado en alguna ocasión?

Organización

- ¿Usted también va a cortar la planta o solo ayuda a construir el arco?
- ¿Este año usted fue a cortar la “cucharilla”?
- ¿Desde cuándo usted va al corte de la planta?
- ¿Qué le toca hacer el día del corte de la planta?
- ¿Cómo a prendió?
- ¿Cuántos arqueros van a la colecta?
- ¿El número de arqueros cambia o se mantiene cada año?
- ¿Usted va cada año sin falta?
- ¿Sabe si las mismas personas que van al corte de la planta también ayudan a hacer el arco?
- ¿Sabe por qué no pueden ir mujeres a cortar la planta?

Sobre extracción

- ¿Sabe cuántas plantas se cortaron cada año?

Arqueros

-
- ¿Cómo se ha elegido el diseño del arco de años anteriores?
 - ¿La forma de hacerlo ha cambiado a través de los años?
 - ¿Alrededor de cuántas plantas cortaban para los arcos de los años anteriores?
 - El número de plantas colectadas ¿De qué depende?
 - ¿Sabe cuántas plantas se cortaron éste año?
 - ¿Considera que la cantidad de plantas utilizadas ha variado a través de los años o se ha mantenido?

Autoridades

- ¿Cómo se organiza el pueblo para utilizar o manejar un ejido? (Líderes ejidatarios, Junta ejidal)
 - ¿Qué es el consejo de Vigilancia del Municipio y cuál es su función? (en 2001 Rosendo zapata fue presidente, quién es actualmente)
 - ¿Sabe la diferencia entre propiedad comunal y propiedad ejidal?
 - ¿Lo que se encuentra en los cerros son recursos de uso común, de acceso libre o algún otro tipo de manejo?
 - Localmente existe algún tipo de reglamento o de leyes que regulen la extracción de cualquier recurso natural de los cerros (ya sea ejidos o propiedades privadas)
 - ¿Existe algún reglamento especial para la cucharilla?
 - ¿Sabe si legalmente existe algún límite en el número de plantas colectadas?
 - ¿El manejo de recursos naturales es un tema que se exponga en las reuniones entre las autoridades del municipio?
-

Anexo 2. Guión de preguntas para entrevistas semiestructuradas realizada al dueño del sitio de extracción, mayordomo, arqueros/faeneros y las autoridades; principales actores sociales involucrados en el manejo de *D. acrotrichum* en fiestas actuales.

ACTORES PRINCIPALES	FIESTA	EXTRACCIÓN
Dueño del sitio de extracción de la planta	¿Participó de alguna manera en la fiesta de San Jerónimo de éste año?	<p>Sobre los arqueros</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿A cuántos grupos de arqueros les dio permiso de cortar la planta en su terreno? • ¿Vendió o recibió algo a cambio por las plantas colectadas en su (s) terrenos? • Todos los grupos de arqueros le “dan lo mismo o cambia? • ¿Conoce a otras personas que den permiso de extraer esta planta en sus terrenos? • ¿Sabe si la planta se extrae en ejidos o solo en propiedades privadas? • ¿Sabe de algún lugar donde crezca esta planta y no la corten? <p>Sobre <i>D. acrotrichum</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Sabe en qué época del año florece? • ¿Le ha prohibido a alguien colectar en su (s) terrenos? ¿Por qué razón? • ¿Seguirá dando permiso para que extraigan ésta planta?
	Mayordomo	<p>Sobre la mayordomía</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué razón dejaría de ser mayordomo? • En caso de dejar la mayordomía ¿Cómo se erigiría el próximo mayordomo? <p>Sobre el arco:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál fue el diseño del arco de éste año? • ¿Cómo se escogió?
Arqueros	<p>Sobre el arco:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál fue el diseño del arco de éste año? • ¿Cómo se escogió? • ¿Este año cuantos arqueros participaron en la elaboración del arco floral? 	<p>Organización</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuántos arqueros fueron a colectar éste año? • ¿Se organizaron de la misma manera que el año pasado en esta ocasión? <p>Sobre la colecta</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Colectaron en el mismo lugar del año pasado? • ¿Cuántas plantas colectaron este año?

