

Universidad Autónoma de Querétaro

RED PATA DE ELEFANTE (*Beaucarnea* spp.)

Centro de Investigación Científica de Yucatán

Instituto de Ecología A. C.

Universidad de las Ciencias y las Artes de Chiapas

# Manejo y conservación de las especies con valor comercial de



# Pat<sup>a</sup> de Elefante

( *B E A U C A R N E A* )

Luis Hernández Sandoval  
Ma. Luisa Osorio Rosales  
Roger Orellana Lanza  
Mahinda Martínez  
Miguel Ángel Pérez Farrera  
Armando Contreras Hernández  
Guadalupe Malda Barrera  
Celene Espadas Manrique  
Karla Esther Almanza Rodríguez  
Hugo A. Castillo Gómez  
Adrián Félix





Universidad Autónoma de Querétaro

RED PATA DE ELEFANTE (*Beaucarnea* spp.)

Centro de Investigación Científica de Yucatán

Instituto de Ecología A. C.

Universidad de las Ciencias y las Artes de Chiapas

# Manejo y conservación de las especies con valor comercial de



# Pat<sup>a</sup> de Elefante

( B E A U C A R N E A )

Luis Hernández Sandoval  
Ma. Luisa Osorio Rosales  
Roger Orellana Lanza  
Mahinda Martínez  
Miguel Ángel Pérez Farrera  
Armando Contreras Hernández  
Guadalupe Malda Barrera  
Celene Espadas Manrique  
Karla Esther Almanza Rodríguez  
Hugo A. Castillo Gómez  
Adrián Félix

## **Universidad Autónoma de Querétaro**

**Dr. Gilberto Herrera Ruiz**

*Rector*

**Dr. César García Ramírez**

*Secretario Académico*

**Q.B. Magali E. Aguilar Ortiz**

*Secretaria de Extensión Universitaria*

**Dra. María Teresa García G. Besné**

*Directora de Difusión Cultural*

**Dr. Irineo Torres Pacheco**

*Director de Investigación y Posgrado*

**José Luis de la Vega**

*Coordinador de Publicaciones*

## **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación**

**Dr. Francisco Javier Mayorga Castañeda**

*Secretario*

**M. en C. Mariano Ruiz-Funes Macedo**

*Subsecretario de Agricultura*

**Dr. José Arnulfo del Toro Morales**

*Director General de Vinculación y Desarrollo Tecnológico*

## **Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas**

**Ing. Enriqueta Molina Macías**

*Directora General del SNICS*

**M. en C. Rosalinda González Santos**

*Subdirectora de SINAREFI*

"Este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente".

**José Ramón Montijo González**

*Diseño Editorial*

© Universidad Autónoma de Querétaro

Centro Universitario Cerro de las Campanas s/n

C.P. 76010, Santiago de Querétaro, Querétaro.

ISBN: 978-607-513-018-7

Julio de 2012

Impreso en México

*Made in Mexico*

# DE LOS AUTORES

## DE LOS AUTORES

### Luis Hernández Sandoval

Biólogo egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana y Doctorado en Botánica en la Universidad de Texas en Austin. Especialista en sistemática del género *Beaucarnea* y de la morfología de los géneros del orden Asparagales. Actualmente labora en la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Autónoma de Querétaro.

### Ma. Luisa Osorio Rosales

Bióloga egresada de la Universidad Nacional Autónoma de México y Doctorada en Biología de la Conservación en la Universidad de Córdoba, España. Especialista en ecología de *Beaucarnea recurvata*. Actualmente labora en la Red Ambiente y Sustentabilidad del Instituto de Ecología A.C.

### Roger Orellana Lanza

Biólogo egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México y Doctorado en la Universidad de Sevilla en España. Especialista en propagación por semilla y estacas de *Beaucarnea pliabilis* y en la ecofisiología y utilización de los recursos vegetales de la Península de Yucatán, en particular de las palmeras. Actualmente labora en el Centro de Investigación Científica de Yucatán.

## Mahinda Martínez

Bióloga egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana y Doctorada en la Universidad de Texas en Austin. Especialista en análisis anatómico de plantas, así como en sistemática de Solanáceas y florística de plantas acuáticas. Actualmente labora en la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Autónoma de Querétaro.

## Miguel Ángel Pérez Farrera

Biólogo egresado de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas y Doctorado en la Universidad Autónoma de Querétaro. Especialista en ecología de *Beaucarnea goldmanii* y en sistemática y florística de géneros de las familias Zamiaceae y Araceae, particularmente de zonas tropicales de México. Actualmente labora en la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

## Armando Contreras Hernández

Biólogo egresado de la Universidad Nacional Autónoma de México y Doctorado en Agroecología por la Universidad de Córdoba, España. Especialista en manejo y conservación de plantas útiles a través de métodos participativos y de organización social para el manejo sustentable de recursos naturales. Actualmente labora en la Red Ambiente y Sustentabilidad del Instituto de Ecología A.C.

## Guadalupe Malda Barrera

Bióloga egresada de la Universidad Autónoma Metropolitana y Doctorada en la Universidad de Arizona en Phoenix. Especialista en propagación *in vitro* y ecofisiología de especies amenazadas y en peligro de extinción, en particular de cactáceas y suculentas. Actualmente labora en la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Naturales en la Universidad Autónoma de Querétaro.

## Celene Espadas Manrique

Bióloga egresada de la Universidad Autónoma de Yucatán y Doctorada en el programa de Ciencias y Biotecnología de Plantas. Opción Ecología del Centro de Investigación Científica de Yucatán. Especialista en modelación del nicho y de la distribución potencial de especies endémicas. Actualmente labora en el Centro de Investigación Científica de Yucatán.

## Karla Esther Almanza Rodríguez

Ing. Agrónoma Fitotecnista egresada de la Universidad Autónoma de Chihuahua, Estudiante de Doctorado en el Centro de Investigación Científica de Yucatán. Desarrollando su tesis en ecofisiología y propagación *in vitro* de *Beaucarnea pliabilis*.

## Hugo A. Castillo Gómez

Biólogo egresado de la Universidad Autónoma de Querétaro. Trabaja en el laboratorio de Botánica de la Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad Autónoma de Querétaro en aspectos de manejo y conservación de *Beaucarnea inermis*, así como de otras plantas nativas.

## Adrián Félix Álvarez

Biólogo egresado de la Universidad Veracruzana. Actualmente trabaja en la Red Ambiente y Sustentabilidad del Instituto de Ecología A. C. con anatomía de la corteza de *Beaucarnea recurvata* y manejo y conservación de recursos naturales.



# CONTENIDO

I. Introducción	13
II. Plan Estratégico de Manejo y Conservación para las especies de <i>Beaucarnea</i>	16
III. El género <i>Beaucarnea</i> en México	27
Claves de identificación	27
Caracterización de las especies	29
<i>Beaucarnea</i> Lem.	30
<i>Beaucarnea goldmanii</i>	30
<i>Beaucarnea gracilis</i>	41
<i>Beaucarnea inermis</i>	45
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	50
<i>Beaucarnea recurvata</i>	56
Plagas y enfermedades	60
IV. Estado ecológico de sus poblaciones	65
<i>Beaucarnea goldmanii</i>	65
<i>Beaucarnea gracilis</i>	67
<i>Beaucarnea inermis</i>	69
<i>Beaucarnea pliabilis</i>	72
<i>Beaucarnea recurvata</i>	75

V. Métodos de propagación	79
Por semilla	79
Germinación de semillas de <i>Beaucarnea gracilis</i>	79
Germinación de semillas de <i>Beaucarnea pliabilis</i>	80
Germinación de semillas de <i>Beaucarnea recurvata</i>	81
Por estacas	83
Por cultivo de tejidos	84
Germinación de las semillas para cultivo de tejidos	84
Inducción de brotes	85
Enraizamiento	86
Supervivencia <i>ex vitro</i>	86
Cultivo in vitro de <i>Beaucarnea gracilis</i>	88
Cultivo in vitro de <i>Beaucarnea pliabilis</i>	89
VI. Experiencias en conservación y manejo	93
Conservación y manejo en el ámbito institucional	93
Conservación <i>ex situ</i> de especies de <i>Beaucarnea</i>	95
Herbario XAL del Instituto de Ecología A. C.	96
Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero	96
Herbario MEXU del Instituto de Biología de la UNAM	97
Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán	97

Jardín Botánico Xíitbal neek' del CICY	98
Conservación y manejo en unidades de manejo para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA)	98
Antecedentes y organización de la UMA 3 de Mayo (2001-2007)	98
Diagnóstico (2008-2011) de la organización de la UMA 3 de Mayo	102
Aciertos	102
Adversidades	103
Perspectivas	104
VII. Proyección	107
VIII. Literatura Citada	110



# I

## INTRODUCCIÓN

El género *Beaucarnea* (Asparagaceae: Nolinoidea) forma parte de las monocotiledóneas arborescentes o arbustivas con la base ensanchada o globosa, las hojas formando rosetas, de crecimiento muy lento, dioicas, con inflorescencias paniculadas en las que cada fruto alado contiene una semilla. Actualmente se reconocen 11 especies, de las que 10 habitan en México y al menos ocho son endémicas (Hernández 1992; 1993a; 1999; 2001; Hernández y Zamudio 2003). Si se utiliza el concepto biogeográfico de Megaméxico de acuerdo con Rzedowski (1991), todas las especies son endémicas a Megaméxico 2. Son plantas muy llamativas en los paisajes semiáridos de la porción sur oriental de nuestro país, presentes en la vegetación seca templada, cálida subhúmeda e incluso templada subhúmeda.

Aunque localmente se les reconoce con diferentes nombres comunes, en general se les denomina “pata de elefante” y en los países de habla inglesa como “ponytail palm”. Las especies de este género son utilizadas como ornamentales en los jardines botánicos europeos, casi desde el descubrimiento de algunas de sus especies. En México se considera ornamental, además, de algunas especies se utilizan sus flores como comestibles y las hojas para elaborar artesanías y adornos ceremoniales. Existen algunos estudios en los que se les considera como posible fuente de precursores de hormonas esteroidales. En el país y en Centroamérica la utilización como ornamental se ha intensificado en los últimos 30 años ya que las plantas adultas tienen una alta cotización en el mercado nacional e internacional.

Las características botánicas, su variabilidad y su distribución geográfica, así como el uso que se les da a las especies de *Beaucarnea*, las convierten en recursos fitogenéticos de importancia para el país. Sin embargo, la explotación y forma de utilización actual genera una baja considerable de individuos en las poblaciones naturales. De tal forma que en los primeros años de su comercialización se extrajeron individuos juveniles y semillas, mientras que actualmente prácticamente se extirpan individuos adultos además de las semillas. Como resultado se tiene una merma en las poblaciones, en la tasa de sexos y en la diversidad genética, haciendo a estas especies vulnerables a la extinción (Hernández, 1993; NOM-059-SEMARNAT-2010).

Esta situación generó el interés en las universidades e instituciones de investigación el interés por conocer más sobre estas especies, así como la posibilidad de diseñar estrategias de conservación y manejo sustentable de las mismas. En este caso se encuentran los trabajos de Orellana *et al.* (1988) en el que se registro que tienen un 90 a 100% de germinación, con 100% de supervivencia al trasplante al campo o a vivero; el de Osorio *et al.* (2008) con alternativas de propagación y reproducción sustentable en UMAs, así como trabajos de tesis de licenciatura y posgrado (Castillo 2006).

Sin embargo, estos esfuerzos han sido aislados y no existe el mismo nivel de conocimiento de las 11 especies. Se requiere un trabajo integrado, formando redes interinstitucionales para que las especies de *Beaucarnea* se manejen con enfoque de recurso fitogenético (López y Rodríguez 2006) con estrategias de conservación *in situ* (Muñoz, 2006; Osorio 2008), *ex situ* (Osorio y Mata 2005; Córdoba y Molina 2006) así como de aprovechamiento y manejo (Santacruz y de la O Olán 2006).

Es por esto que los miembros de la Red Pata de Elefante (*Beaucarnea* spp.) decidimos publicar un libro, que incluyera en primer término el Plan Estratégico que hemos diseñado para la generación del conocimiento de estas plantas, así como acciones para su manejo y conservación. Adicionalmente también consideramos de importancia difundir los resultados obtenidos a partir de los proyectos financiados por el SINAREFI (2008-2010). Estos incluyen información útil para los diferentes usuarios e interesados en las especies de Pata de Elefante. Se ponen a disposición claves de identificación general para reconocer las diferentes especies, caracterización del género *Beaucarnea*, de las especies con mayor valor comercial o de aquellas que se encuentran comúnmente en viveros o casas comerciales a la venta, así como información sobre plagas y enfermedades. Igualmente se presenta el estado ecológico de las poblaciones conocidas de dichas especies con valor comercial, así como su fenología, potencial reproductivo y formas de propagación. Por último, en los capítulos finales se expone el estado y los esfuerzos de conservación *in situ* y *ex situ* de las especies de Pata de Elefante, en Áreas Naturales Protegidas (ANPs), así como algunas experiencias en el manejo y producción comercial de éstas.



## II

# PLAN ESTRATÉGICO DE MANEJO Y CONSERVACIÓN PARA LAS ESPECIES DE *BEAUCARNEA*

La Red Pata de Elefante (*Beaucarnea* spp.) surge en 2008 por la necesidad de disminuir el deterioro de las poblaciones naturales de las especies de este género y de detener el comercio ilegal de este recurso (tabla 1). Inicia con la participación de investigadores interesados de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ), del Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) y de Instituto de Ecología A.C. (INECOL). Para 2009 se incorpora la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH). De tal forma que estas cuatro instituciones trabajaron en la elaboración de un plan estratégico que permita a las especies de *Beaucarnea* mantener sus procesos evolutivos, ecológicos y a su vez, a los actores sociales que les adicionan un valor comercial, puedan manejarlas con el menor daño a la naturaleza.

Año de la visita de Inspección	Cantidad	Nombre común	Nombre científico	Entidad	Municipio
2005	20	Sotolín	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Pue.	Puebla
2005	1	Pata de Elefante	<i>Beaucarnea</i> sp.	Ver.	Xalapa
2005	1	Pata de Elefante	<i>Beaucarnea</i> sp.	Ver.	Xalapa
2005	811	Pata de Elefante	<i>Beaucarnea</i> sp.	Ver.	Fortín de las Flores
2007	1	Pata de Elefante	<i>Beaucarnea</i> sp.	Oax.	Oaxaca de Juárez
2007	22	Pata de Elefante	<i>Beaucarnea</i> sp.	Oax.	Oaxaca de Juárez
2007	6	Pata de Elefante	<i>Beaucarnea</i> sp.	Oax.	Oaxaca de Juárez
2007	2	Sotolín o Palma barrigona	<i>Beaucarnea gracilis</i>	Pue.	Atlixco
2007	48	Sotolín	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Pue.	Atlixco
2007	6	Sotolín	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Pue.	Atlixco
2007	10	Sotolín	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Pue.	S/M
2007	8	Sotolín o Palma barrigona	<i>Beaucarnea gracilis</i>	Pue.	Puebla
2007	8	Sotolín	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Pue.	Puebla
2007	5	Pata de Elefante	<i>Beaucarnea</i> sp.	Ver.	Mariano Escobedo
2008	1	Pata de Elefante	<i>Beaucarnea stricta</i>	Oax.	SanJuan Bautista Cuicatlán
2009	6	Pata de Elefante	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Ver.	Alvarado
2009	2	Pata de Elefante	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Ver.	Alvarado
2009	5	Pata de Elefante	<i>Beaucarnea</i> sp.	Ver.	Coatzacoalcos
2009	8	Despeinada	<i>Beaucarnea pliabilis</i>	Yuc.	Mérida
2010	2	Pata de Elefante	<i>Beaucarnea stricta</i>	Oax.	San José Chiltepec
2010	2	Pata de Elefante gracilis	<i>Beaucarnea gracilis</i>	Oax.	Tlaxiactac de Cabrera
2010	2	Pata de Elefante recurvata	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Oax.	Tlaxiactac de Cabrera
2010	20	Pata de Elefante recurvata	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Oax.	Tlaxiactac de Cabrera
2011	97	Pata de Elefante recurvata	<i>Beaucarnea recurvata</i>	Chih.	S/M

Tabla 1. Decomisos de 1094 ejemplares de especies de *Beaucarnea* de 2005 a 2011 de acuerdo con la Unidad de Enlace de PROFEPA (11 de mayo de 2011).

El Plan Estratégico de la Red Pata de Elefante (*Beaucarnea* spp.) representa el eje rector de acciones a seguir para conjuntar las metas de este grupo de investigadores de instituciones diferentes. Las metas a largo plazo incluyen:

**El mantenimiento y mejora de la Red Pata de Elefante (*Beaucarnea* spp.) en todos los sentidos.**

**La generación de conocimiento básico y aplicado de las especies de *Beaucarnea* y sus hábitats.**

**La conservación y el manejo de las especies bajo el concepto de recurso fitogenético y en su caso comercialización de las especies de *Beaucarnea* bajo un marco de políticas públicas y normatividad ambientales.**

**La formación de recursos humanos y generación de capacidades**

Consideramos que este esquema permite visualizar de manera rápida la problemática de las especies de *Beaucarnea* y dar una respuesta oportuna tanto a productores como a problemas para la conservación y manejo de las mismas.

Por lo que a corto y mediano plazo se generaron criterios y acciones que en conjunto permitan alcanzar las metas de este Plan. Para cada caso se incluyen las áreas estratégicas y las líneas de acción propuestas por SINAREFI que estén asociadas a dichas metas.

El grupo debe mantenerse funcionando como una red, esto significa que sus integrantes atiendan los compromisos con SINAREFI. Que ejecuten sus propuestas de trabajo y que contribuyan a ampliar los objetivos del grupo.

En este sentido se proponen acciones transversales de mantenimiento y difusión de la red, de capacitación y de conocimiento del marco jurídico [Líneas de acción SINAREFI: 16, 17, 18, 19].

Se podrán aceptar más miembros e instituciones en la Red siempre y cuando cumplan con los requisitos que se establezcan para el caso. De manera que se podrá formar un grupo más amplio de participación.

Se requiere generar conocimiento básico y aplicado en todo lo que respecta a las especies de *Beaucarnea*. En primera instancia se requiere conocer la taxonomía del género, su variabilidad morfológica, anatómica y genética, así como su biogeografía, fisiología y biología reproductiva [Líneas de acción SINAREFI: 1, 9 y 10].

Tanto el trabajo como los productos de la red se estandarizarán en los aspectos de investigación (protocolos), conservación, uso y aprovechamiento de las especies y la difusión de resultados. Por lo que se propone que en los próximos tres años se puedan generar:

Los criterios para estandarizar productos comparables.

Una base de datos única con dichos criterios estandarizados tales como evaluaciones, experimentos y análisis de datos entre otros.

Una plataforma con el tipo de programa adecuado, precisando la información actualizada, uso de suelo, clima, etc.

Sin embargo, para tomar la decisión de qué se requiere conocer y en qué circunstancia, es necesario contar con un diagnóstico dinámico del grado de conocimiento que se tiene por especie. Al momento el diagnóstico nos permite observar que *Beaucarnea pliabilis*, *B. recurvata*, *B. inermis*, *B. gracilis*, *B. goldmanii* y *B. purpusii* resaltan respectivamente como aquellas en las se tiene mayor conocimiento.

Mientras que *B. hiriartiae*, *B. compacta*, *B. guatemalensis*, *B. sanctomariana* y *B. stricta* son especies sobre las que se tiene menor información (tabla 2).

Tabla 2. Indicadores de conocimiento por especie de *Beaucarnea*. Los rangos van del 1 al 3 con éste último como el de mayor conocimiento.

Especies	TA	ANP	DI	DP	EP	FE	ER	DG	PC	AM	TG	PR	DI	RC	U	CP	PO	EG	PN
<i>B. plibilis</i>	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	2	1	2	2	1	45
<i>B. recurvata</i>	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	1	2	1	1	42
<i>B. inermis</i>	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	41
<i>B. gracilis</i>	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	39
<i>B. goldmanii</i>	3	3	3	3	3	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	33
<i>B. purpusii</i>	2	3	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	1	29
<i>B. hiriartiae</i>	3	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	22
<i>B. compacta</i>	2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	21
<i>B. guatemalensis</i>	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
<i>B. stricta</i>	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	20
<i>B. sanctomariana</i>	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
	28	23	22	22	22	21	20	18	18	18	17	17	16	16	15	13	13	12	

AM=Acciones; ANP=Áreas Naturales Protegidas; CP=Crec. Plántulas; DG=Demografía; DI=Dinámica; DP=Densidad; ER=Esfuerzo Reproductivo; EG=Estructura Genética; EP=Estructura Población; FE=Fenología; PC=Crecimiento; PO=Polinización; PR=Propagación; RC=Relación C/Comunidades; PN= Puntaje; TA=Taxonomía; TG=Germinación; U=Usos.

**Conservación y Manejo.** Esta es una de las metas fundamentales, pues representa la base para cualquier estudio. Sin las plantas con su variación morfológica y genética y su hábitat natural, las especies de *Beaucarnea* no podrían considerarse un recurso fitogenético. La conservación y el manejo de las especies son metas que en la actualidad no pueden ir separadas. Dada la situación actual, donde el manejo sin estrategia adecuada deja en la naturaleza individuos adultos y viejos en su mayoría, se requiere de alternativas que disminuyan los impactos en las poblaciones naturales de las especies de *Beaucarnea*. Por ello se requiere en primera instancia que con las acciones hacia la generación de conocimiento y la presencia de las especies en ANPs, se generen propuestas de conservación *in situ* y *ex situ* (manejo forestal, formación de UMAs, jardines botánicos, bancos de germoplasma, entre otros). [Líneas de acción SINAREFI: 2, 4, 5, 6, 7, 8, 13].

En la figura 1 se presenta un diagrama de flujo construido a partir del conocimiento de las especies y su presencia en ANP, se puedan hacer propuestas de conservación y manejo *in situ* y *ex situ*.

Por otro lado, es necesario hacer para cada especie un seguimiento constante y evaluar su estado de conservación y salud en la naturaleza. A partir de esto se pueden analizar los sitios y hábitats asociados a las comunidades humanas, a su percepción y finalmente a su decisión para manejarlas y conservarlas como recurso fitogenético (figura 2). Como alternativa se ha visto el establecimiento de UMA de Pata de Elefante (*Beaucarnea* spp.). Un ejemplo de esto es la UMA 3 de mayo en Loma de Rogel, Municipio Emiliano Zapata del Estado de Veracruz [Líneas de acción SINAREFI: 2, 4, 6, 7, 13].

En las propuestas de manejo parte del conocimiento generado tendrá que orientarse hacia el desarrollo, ajuste y selección de las mejores técnicas de propagación de las especies [Líneas de acción SINAREFI: 6, 13].

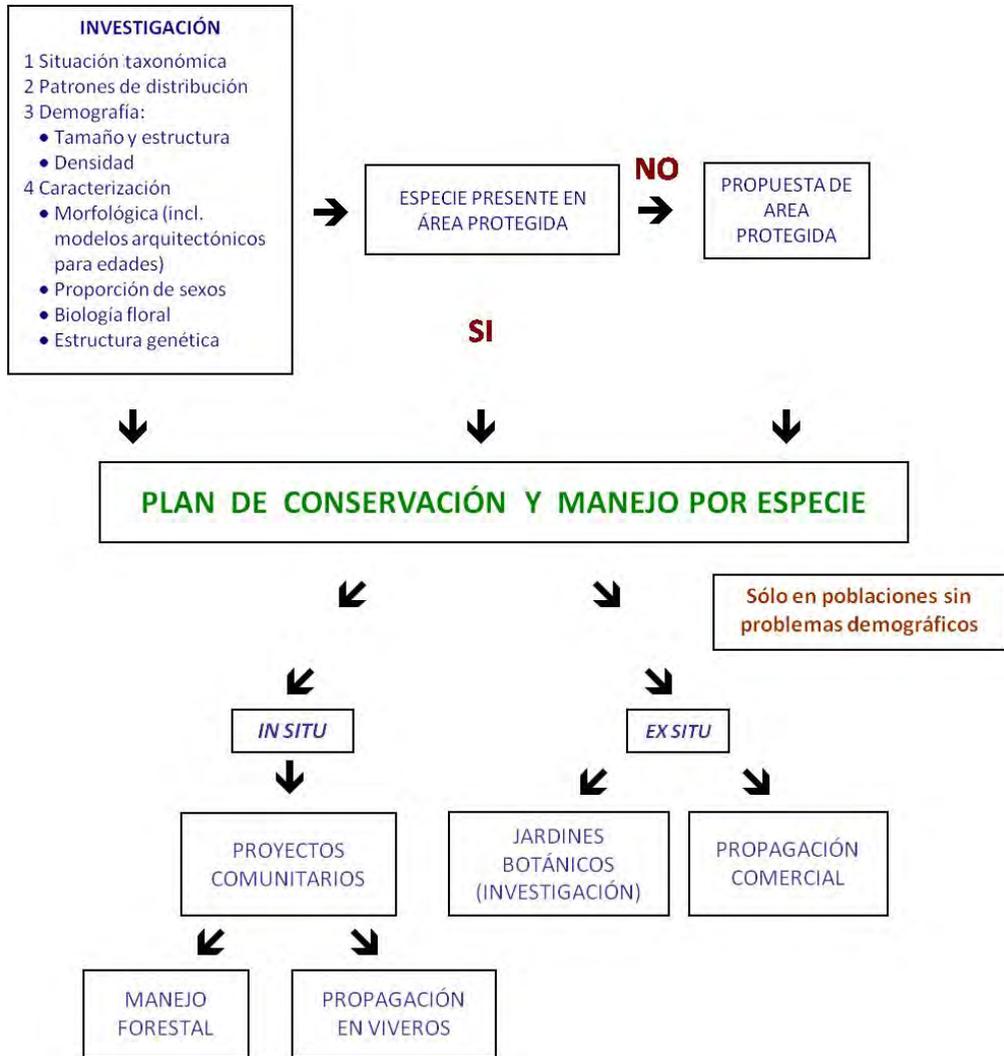


Figura 1. Diagrama de flujo a partir de conocimiento básico de las especies para su manejo y conservación *in situ* y *ex situ*.

## EVALUACIÓN DE LAS ESPECIES PARA SU CONSERVACIÓN

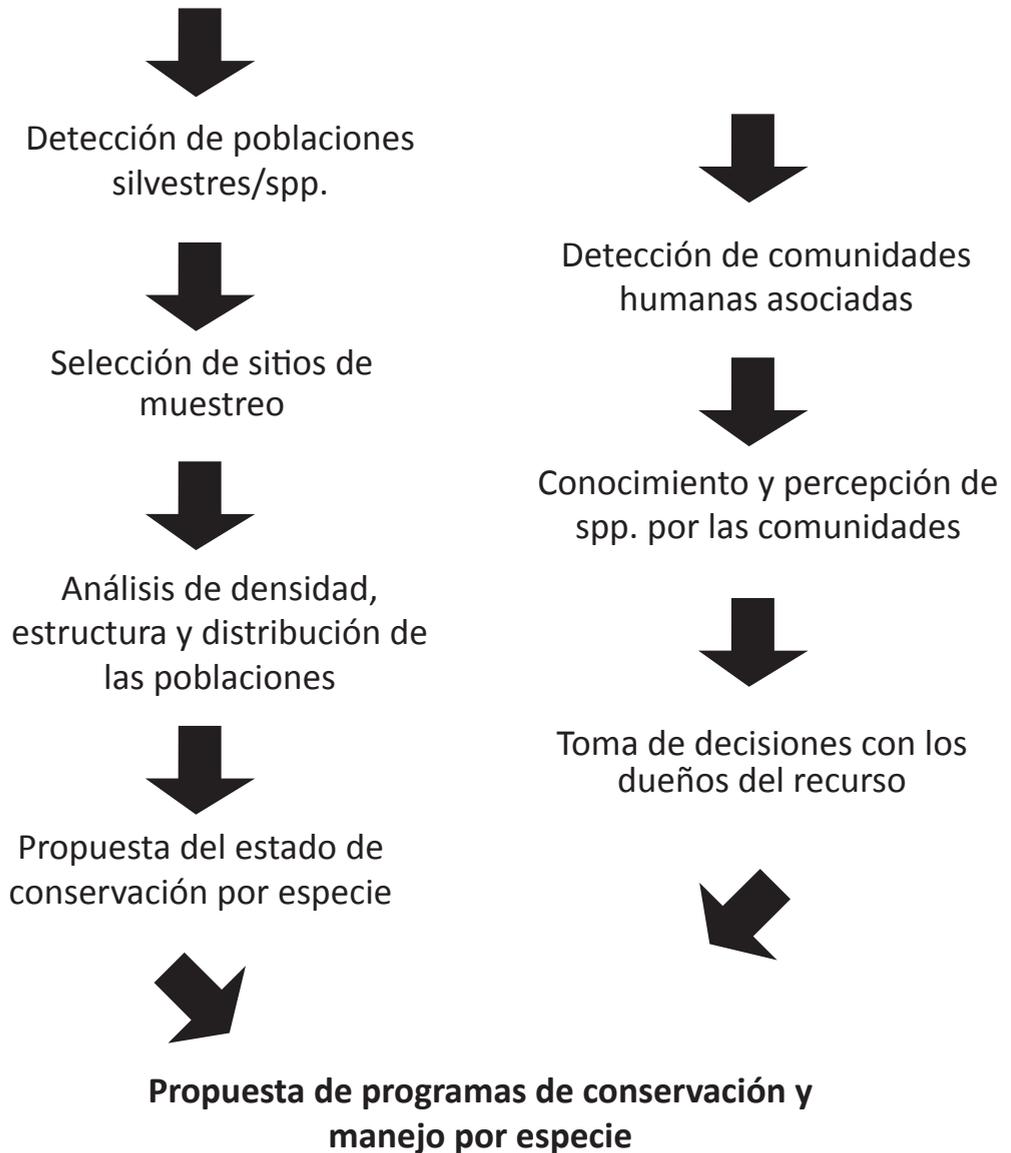


Figura 2. Diagrama de flujo para propuestas de conservación y manejo de las especies de *Beaucarnea* a partir de la evaluación de las poblaciones, su hábitat y la decisión de las comunidades humanas asociadas.

Por otro lado, una fracción de los productos de investigación en plantas cultivadas se dirigirá a la reintroducción en la naturaleza. Se recomienda que cada organización oriente sus proyectos hacia la meta de considerar el 70% de la producción de planta al comercio y 30% regresarlo a la naturaleza en sitios custodiados por la organización, la comunidad o el ejido. Además de solicitar apoyos económicos o en especie a los programas de reforestación y producción de planta de la CONAFOR.

Paralelamente, deberá evaluarse la situación actual del estado de aprovechamiento, manejo y uso de las especies, así como identificar sus mercados actuales y potenciales [Líneas de acción SINAREFI: 11 y 14]

Formación de recursos humanos y generación de capacidades. Uno de los valores de una red es que las fortalezas de cada institución pueden complementarse y esto optimiza todas las acciones y productos de la misma. De tal forma que se plantea el poder capacitar a miembros y estudiantes de las Instituciones que forman la Red Pata de Elefante (*Beaucarnea* spp.) en cursos y talleres durante estancias cortas.

Además, deberán formarse profesionistas y expertos a través de la elaboración de tesis de licenciatura y posgrado. En el corto plazo se tiene la ventaja que en tres años continuos se pueden desarrollar tesis doctorales, adquiriéndose mayores compromisos.

Por otro lado, se plantea generar información para productores, público en general y maestros de los diferentes niveles educativos a manera de manuales o guías de campo:

Publicaciones que vayan saliendo a lo largo de cada etapa. Un primer producto podrá ser una clave taxonómica dirigida a usuarios

con los rasgos aparentes de las especies en un idioma sencillo y con ilustraciones esquemáticas.

Ampliar el interés de colaboración a un público mayor considerando los datos que nos puedan dar, informándoles del proyectos y después vendría el asunto del trabajo de equipo por especie pero con criterios que nos permitan compartir los diagnósticos base a cada especie. Hacer un trabajo de campo

Programar las acciones de difusión y divulgación a partir de talleres, publicación de boletines periódicos, medios masivos (periódico, radio y televisión) con información específica del género, etc. y al final tener una monografía del género, incluyendo recomendaciones por estado y por especie. En todos los casos se resaltaré lo emblemático de la especie por localidad con el fin de fomentar el aprecio del recurso y el hábitat natural de su distribución.

Para poder llevar a cabo las acciones y alcanzar las metas planteadas se buscarán fuentes de financiamiento complementarias al del SINAREFI que aporten recursos materiales y económicos como pago y ayuda para el estudio de las especies del género *Beaucarnea* de instituciones como SAGARPA, SEDESOL, PRO-Campo, CONAFOR, CONACYT, entre otras, enfocando el trabajo por localidad y Municipio. Adicionalmente se solicitará apoyo a las organizaciones nacionales y extranjeras para la vigilancia de la comercialización internacional.

### III

## EL GÉNERO *BEAUCARNEA* EN MÉXICO

Como se mencionó anteriormente, México cuenta con 10 especies del género *Beaucarnea* o Pata de Elefante. Sin embargo, no es fácil reconocerlas entre sí, a pesar de presentar caracteres o rasgos distintivos. Esta dificultad se agudiza cuando las plantas son jóvenes o se revisan en ejemplares de herbario. Es necesario contar con elementos que nos ayuden a reconocer cada especie, ya sea cuando se trate de a las que tienen algún problema de conservación (NOM-059-SEMARNAT-2010), producción y manejo o incluso para seleccionarlas en caso de su compra de manera legal.

Para esto se presenta una clave dicotómica para la identificación de especies de *Beaucarnea*, en particular para plantas jóvenes, pero que también puede ser utilizada para ejemplares adultos con algunas limitaciones. Vale la pena mencionar que se tiene mayor conocimiento de aquellas con valor y manejo comercial.

#### **Claves de identificación para plantas jóvenes (comerciales) de pata de elefante (*Beaucarnea*)**

Plantas con hojas erectas o rígidas, verde pálido a verde-grisáceo

Base cónica alargada o angosta

*B. purpusii*

Base esférica o redondeada

Tallo o tronco ausente	<i>B. compacta</i>
Tallo o tronco presente	
Márgenes de la hojas lisos y amarillentos	<i>B. stricta</i>
Márgenes de la hojas rasposos y verdes	<i>B. gracilis</i>
Plantas con hojas recurvadas, más flexibles, verde oscuro a brillante	
Base cónica alargada o angosta	
Hojas verde pálido	<i>B. hiriartieae</i>
Hojas verde oscuro	
Corteza grisácea a café claro	<i>B. pliabilis</i>
Corteza rojiza a café rojizo	<i>B. goldmanii</i>
Base esférica o redondeada	
Hojas con los márgenes lisos al irse perdiendo los diente-cillos, o estos sólo en las bases	<i>B. inermis</i>
Hojas con los márgenes rasposos al tacto, a veces cortantes por diente-cillos muy finos	<i>B. recurvata</i>

## Caracterización de las especies

A pesar de que se cuenta con 10 especies de Pata de Elefante en México, para esta publicación se presenta la caracterización de las cinco especies de mayor demanda comercial y mayor conocimiento, *Beaucarnea goldmanii*, *B. gracilis*, *B. inermis*, *B. plibilis* y *B. recurvata*. La caracterización incluye información para reconocer las especies, así como para determinar la variación de algunas estructuras y especies selectas, considerando principalmente su:

Forma de vida

Base de la planta

Corteza

Patrón de ramificación

Ramas terminales

Yema bajo la roseta

Hojas sistema reproductivo

Inflorescencias

Flores masculinas

Flores femeninas

Frutos

Semillas

Nombre común

Usos

## Plagas y enfermedades

### *Beaucarnea* Lemaire

Género de plantas monocotiledóneas que de acuerdo con el grupo para la filogenia de angiospermas (AGP por sus siglas en Inglés) versión II (Stevens 2008) se considera de la familia Ruscaceae o por la AGP III (2011) como Asparagaceae. Para fines prácticos, dado que la clasificación no se ha estabilizado en los últimos 10 años y porque todos los miembros de las especies y géneros de este grupo son endémicos de América del Norte y Centroamérica, puede seguirse considerando como familia Nolinaceae. En su caso, si se decide utilizar la nomenclatura de las clasificaciones mencionadas puede denominarse subfamilia Nolinoideae o tribu Nolineae. Actualmente se reconocen 11 especies del género *Beaucarnea*, diez en México, de las cuales nueve son endémicas y la mayoría se encuentra amenazada (NOM-059-SEMARNAT-2010).

**Forma de vida:** Plantas arborescentes de hasta 18 m de alto, con excepción de *Beaucarnea compacta* que es de tipo arbustivo y no rebasa los 80 cm de altura (Hernández y Zamudio 2003) (figura 3).

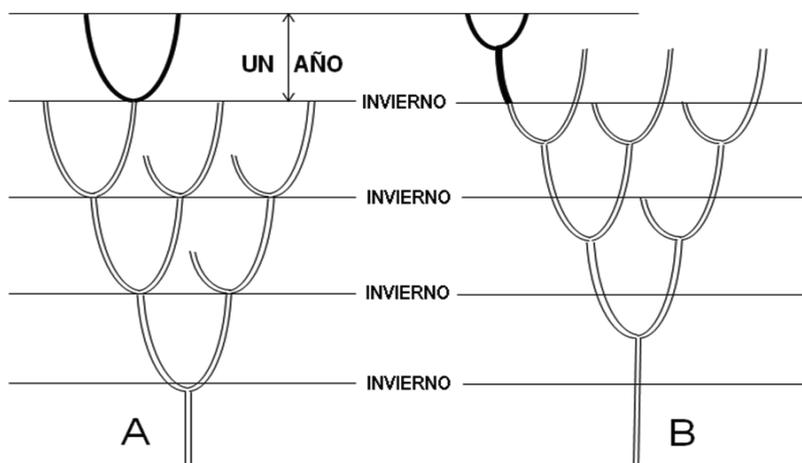


Figura 3. Formas de vida de las especies del género *Beaucarnea*. A. *Beaucarnea compacta*; B. *B. goldmanii*; C. *B. gracilis*; D. *B. hiriartiae*; E. *B. inermis*; F. *B. pliabilis*; G. *B. recurvata*; H. *B. sanctomariana*; I. *B. purpusii*.

**Base de la planta:** Globosa a cónica, generalmente ensanchada en la parte inferior, a ello se debe el nombre de Pata de Elefante. En muchas ocasiones presentan prolongaciones del tallo ya sean de tipo rastrero o como contrafuertes. Este carácter se ha utilizado para reconocer plantas en viveros que fueron extraídas en campo y no producidas legalmente. Cuando las plantas se comercializan en viveros a partir de producción por semilla y con los cuidados adecuados, las bases de la planta son redondeadas. Mientras que las saqueadas de la naturaleza siempre tienen formas irregulares, con tendencia a formas ovoideas o elipsoideas, asociadas a la pendiente del terreno, a pesar de presentarse y venderse en macetas y con etiquetas presuntamente legales.

**Corteza:** Lisa a fisurada con placas poligonales en la base a cuadradas o rectangulares en el tallo, a veces formando retículas, de colores grises a marrones rojizos.

**Patrón de Ramificación:** Pseudodicotómico con el modelo de Leeuwenberg (Hallé *et al.* 1978), tal vez asociado a cada evento reproductivo, seguido de uno de ramificación (figura 4). Los períodos de tiempo entre cada evento reproductivo y de ramificación varían por especie y deben documentarse sistemáticamente. Con información proveniente de habitantes locales en campo y de viveristas se estima que estos pueden variar entre tres y 20 años de acuerdo con cada especie y tipo de hábitat.



A y B. Modelo de Leeuwenberg

A En un árbol con meristemos determinados al final de la temporada. e.g. Renuenos de *Rhus*, producidos por prolepsis

B Ramificación a mitad de la temporada de crecimiento por silepsis, como en *Cornus stolonifera*. Respuestas similares pueden iniciarse en los trópicos por temporadas secas o determinados por ritmos internos

Figura 4. El modelo se presenta en este caso para otras especies como *Rhus* o *Cornus stolonifera* con ramificación estacional. En el caso de *Beaucarnea* son eventos relacionados a la floración y fructificación, asociados seguramente al patrón de lluvias de las regiones subtropicales y semiáridas de México.

**Ramas terminales:** elongadas, cortas o casi sésiles (*Beaucarnea compacta*), siguiendo el patrón del modelo Leeuwenberger. En muchos casos por pérdida de ramas en accidentes (huracanes, fuego, plagas) o porque después de la floración y fructificación sólo se produjo una rama nueva. Las ramas terminales generalmente presentan un patrón en zig-zag.

**Yema bajo la roseta:** estructura asociada a las bases de las hojas, que al caer la hoja quedan a la vista (figura 5). En general tienen formas ovadas a elipsoidales o hasta circulares. Este carácter puede ser de gran utilidad para determinar las especies de pata de elefante cuando están en forma vegetativa, es decir sin estructuras reproductivas.



*B. goldmanii* *B. inermis* *B. pliabilis* *B. recurvata*

Figura 5. Yemas asociadas a hojas en diferentes especies de *Beaucarnea*.

**Hojas:** agrupadas en rosetas al final de las ramas con la forma lineal a lineal lanceoladas con la superficie acanalada, ya sea lisa o con tricomas o papilas que la hacen rugosa al tacto. Pueden presentarse erectas y rígidas o recurvadas a reflejas de manera más flexible. Los márgenes pueden diferenciarse por el término de los canales, aplanándose y en ocasiones cambiando de color a verdes más pálidos o incluso al amarillo. En éstos se presentan una serie de dientecillos muy pequeños dándole un carácter microserrulado o microdentado, pudiendo quedar persistentes y llegar hasta a cortar la piel o perderse con la edad y dejar el margen liso.

**Sistema Reproductivo:** Las plantas son dioicas, es decir, presentan sexos separados, unas con flores masculinas (estaminadas) y otras con femeninas (pistiladas). Las poblaciones en buen estado presentan una proporción de sexos cercana al 50%. Se han encontrado plantas con inflorescencias de un sexo en donde aparecen flores del otro y se consideran poligamodioicas.

**Inflorescencias:** Compuestas (panículas) divididas en una parte estéril llamada escapo, rodeado de brácteas u hojas modificadas que van reduciéndose en tamaño y perdiendo la clorofila. La otra sección es la parte floral que presenta ramas de primer y segundo orden y en algunas especies de tercer orden. Cada rama está sustentada por una

bráctea cartácea o papirácea de forma linear o linear lanceolada. Las ramas del último orden se denominan ramillas con flores, en grupos o fascículos, sustentados por bractéolas membranáceas, lanceoladas a circulares.

**Flores masculinas:** en fascículos de 2-6, pequeñas de 1-3 mm, crema amarillentas a casi blancas, sobre pedicelos articulados, casi siempre cerca de la flor. Dependiendo de la especie y del individuo, pueden producir entre 5-50,000 flores por inflorescencia.

**Flores femeninas:** en fascículos de 1-2(3), pequeñas de 1-3 mm, crema amarillentas a casi blancas, sobre pedicelos articulados, casi siempre a la mitad o un poco más arriba. Dependiendo de la especie y del individuo, se estima que pueden producir entre 1,500-4,500 flores por inflorescencia.

**Frutos:** en fascículos de 1-2(3), de 1-3 mm, color diversas tonalidades de amarillo, sobre pedicelos articulados, casi siempre a la mitad o un poco más arriba. Dependiendo de la especie y del individuo, pueden producir entre 1-4,000 frutos por infrutescencia (figura 6).

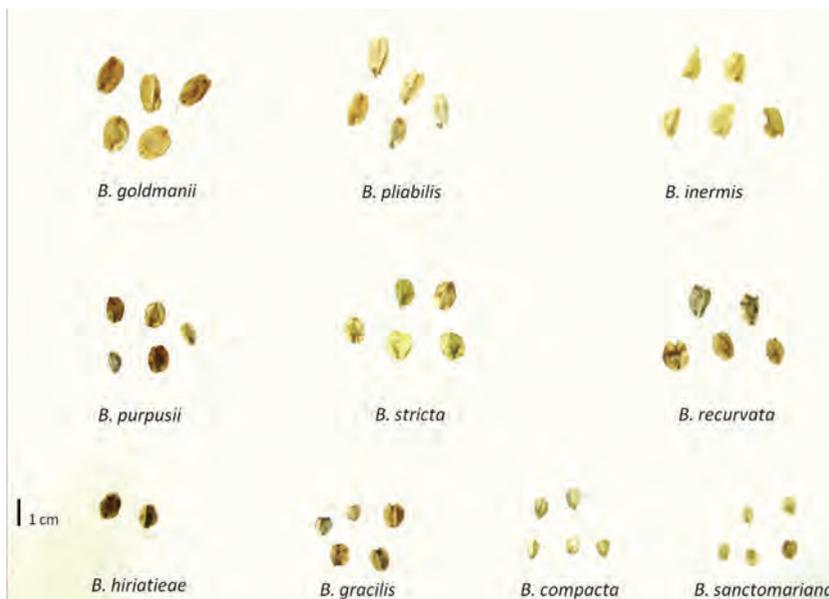


Figura 6. Diversidad de frutos en las especies de Pata de Elefante (*Beaucarnea* spp.).

**Semillas:** esféricas a elipsoides con tres lóbulos, dos de los cuales son más pequeños, de color café, rojizo a amarillento. El lóbulo mayor generalmente contiene al embrión. Los ápices de cada lóbulo son agudos a redondeados y en el caso del mayor llegan a estar apiculados (figura 7).

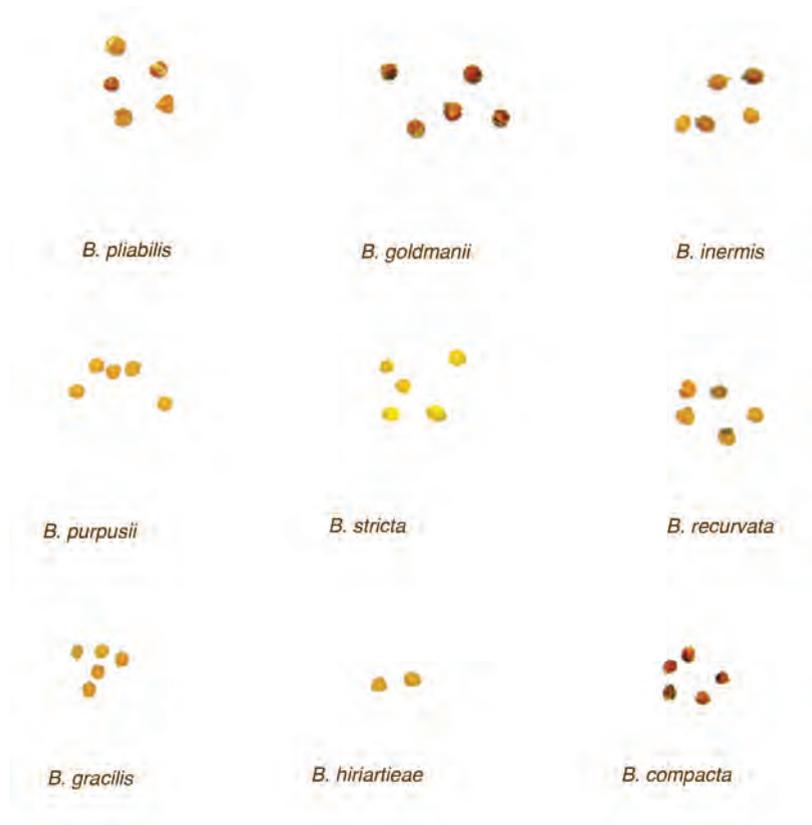


Figura 7. Diversidad de semillas en las especies de Pata de Elefante (*Beaucarnea* spp.).

**Nombre común:** Se le nombra como pata de elefante, palma barrigona y de diversas formas según la localidad en que se presentan (ver en la caracterización de cada especie; en Inglés: ponytail palm, elephant foot, bottle palm).

**Usos:** Ornamental, medicinal, artesanal, postería y cerco vivo.

**Forma de propagación:** Por semilla, por estaca y por cultivo de tejidos.

**Caracterización Morfológica por especie:**  
***Beaucarnea goldmanii* Rose**

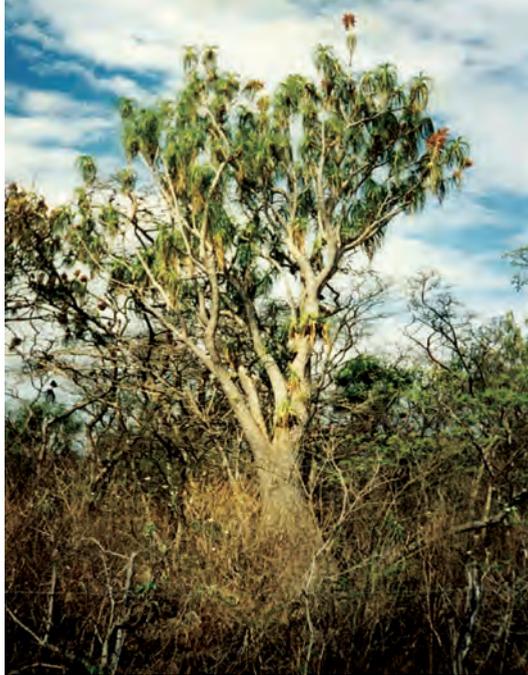


Figura 8. Individuo reproductivo de *Beaucarnea goldmanii*

**Forma de vida:** Arborescente hasta de 12 m de altura (figura 8).

**Base de la planta:** Cónica con la parte inferior circular a ovada, con prolongaciones hacia el exterior de donde salen raíces laterales. 100 x 80 cm.

**Corteza:** Tanto la de la base como la del tronco café a rojiza (grisácea en los hábitats más secos) con placas de 5-10 mm de grosor, alargadas, a veces formando una retícula, lisas a algo rugosas; fisuras rojizas muy alargadas presentando varias líneas paralelas más oscuras.

**Patrón de ramificación:** Pseudodicotómico, llegando a formar complejos plagiomórficos con la edad.

**Ramas terminales:** Elongadas y relativamente delgadas, 80-120 x 1-3 cm

**Yemas bajo la roseta:** Elipsoides a ovadas, raramente circulares de 1.5-2.0 x 1 mm.

**Hojas:** Agrupadas en rosetas al final de las ramas, rectas al principio, reflejas o recurvadas al madurar; alistonadas a lineares, algo falcadas, de 40-110 x 1-3 cm con la superficie acanalada y lisa

**Márgenes:** Verde claro, microserrulados a lisos con la edad.

**Bases:** Planas, triangulares a largamente triangulares, 2-5 x 3.5-5.5 x 1.2 cm (ancho en la parte inferior x largo x ancho en la parte superior)

**Sistema reproductivo:** Polinización cruzada, son plantas dioicas a poligamodioicas

**Inflorescencias:** Panículas ovadas a elipsoidales, 0.3-1 m, amarillas, con olor a nuez (figura 9).



Figura 9. Infrutescencia de *Beucarnea goldmanii*.

**Pedúnculos:** de 10-22 x 0.7-1.5 cm

**Ramas:** Onduladas, van disminuyendo de tamaño desde 23(30) cm en la base hasta 6 cm en el ápice. Ramillas erectas de 5-8 cm, sustentadas por brácteas triangulares

**Brácteas:** Triangulares a lanceoladas, largamente acuminadas, 2° x 1.5 cm recurvadas con la edad.

**Flores masculinas:** Tres por nudo con pedicelos de 3-4.5 mm articulados a la mitad; tépalos de 4-5 mm de largo, reflejándose al madurar.

**Flores femeninas:** 1-2 por nudo con pedicelos de 5-8 mm articulados cerca de la flor; tépalos de 3-3.5 mm; ovario elíptico, estipitado; estilo de 1 mm; nectarios basales.

**Frutos:** Obovados de 15-22 x 12-16 mm con tres alas, color amarillo brillante; con la muesca apical de 2-3 mm; pedúnculos de 9-12 mm articulados a la mitad o cerca del fruto (figura 10).

**Semillas:** Globosas o esféricas, con tres lóbulos, 5 mm de diámetro, ápices irregulares; testa algo rugosa a lisa, color marrón pálido a oscuro. En ocasiones mantienen el hilo o estructuras del ovario de color amarillo entre los lóbulos (figura 19).



Figura 10. Frutos y semillas de *Beaucarnea goldmanii*.

**Nombre común:** “Coyolillo”, “corcho”

**Usos:** Planta completa ornamental, troncos para postes.

**Hojas:** medicinal para bajar inflamación de estómago y para hacer adornos.

## *Beaucarnea gracilis* Lemaire

**Forma de vida:** Arborescente hasta de 7 m de altura (figura 11).



Figura 11. Forma de vida de *Beaucarnea gracilis*.

**Base:** anchamete cónica con la parte inferior circular; hasta 3 m de diámetro en la parte inferior y 2.5 m de altura.

**Corteza:** Rugosa, color de la base como del tronco gris a gris oscuro con placas de 1-3 cm de grosor, alargadas, rugosas; fisuras profundas, alargadas.

**Patrón de ramificación:** pseudodicotómico.

**Ramas terminales:** cortas y relativamente gruesas, 10-40 cm de largo x 2.5-5 de diámetro cm.

**Yemas bajo la roseta:** circulares a ovadas de 0.5-1 x 0.5-1 mm

**Hojas:** Agrupadas en rosetas al final de las ramas, erectas, rígidas, reflejas con la edad; lineares, algo falcadas, cóncavas de 25-55 x 0.3-0.7 cm, color verde pálido a glauco con la superficie acanalada y rugosa.

**Márgenes:** verde pálido con puntos rojizos, microserrulados, dienteillos persistentes.

**Bases:** planas, anchamente deltadas, 1.2-2(4.5) x 2-3(5) x 0.4-0.7(0.8) cm (ancho en la parte inferior x largo x ancho en la parte superior).

**Sistema reproductivo:** Polinización cruzada, son plantas dioicas a poligamodioicas.

**Inflorescencias:** panículas largamente ovoides, 0.6-1.5 x 0.4-0.8 m, color amarillo pálido a naranja.

**Pedúnculos:** de 15-20 x 1-1.8 cm.

**Ramas:** ligeramente en zig-zag, van disminuyendo de tamaño desde 20(25) cm en la base hasta 13 cm en el ápice, se subdividen hasta formar ramas terciarias. Ramillas en zig-zag de 4-8 cm, sustentadas por brácteas deltadas o anchamente triangulares

**Brácteas:** lineares a triangulares, adpresas, color verde glauco a blancas.

**Flores masculinas:** 4-6 por nudo con pedicelos de 1-2 mm articulados cerca de la flor; tépalos de 2-2.5 mm de largo.

**Flores femeninas:** 4 por nudo con pedicelos de 1.5-2.5 mm articulados cerca de la flor; tépalos de 2-2.5 mm; ovario piramidal; estilo sésil; nectarios distales.

**Frutos:** Algo redondeados a elipsoides de 7-10 x 6-10 mm con tres alas, color amarillo paja; con la muesca apical de 1-1.5 mm y el estilo elongándose hasta 1 mm; pedúnculos de 2-3 mm articulados arriba de la mitad (figura 12).



Figura 12. Frutos de *Beaucarnea gracilis*.

**Semillas:** elipsoides a algo globosas con tres lóbulos, 3.5-4 x 3-4 mm, ápices irregulares; testa rugosa, color marrón rojizo (figura 13).



Figura 13. Semillas de *Beaucarnea gracilis*.

**Nombre común:** “sotolín”, “palma petacona”

**Usos:** Planta completa ornamental. En algunas zonas como puesto para vigilar rebaños de chivos

**Hojas:** para hacer sombreros y adornos artesanales (estrellas)

## *Beaucarnea inermis* (S. Watson) Rose

**Forma de vida:** Arborescente hasta de 18 m de altura  
(figura 14).



Figura 14. Forma de vida de *Beaucarnea inermis*.

**Base:** cónica, con prolongaciones en pendientes y laderas, que se angosta hacia el cuello (figura 15).

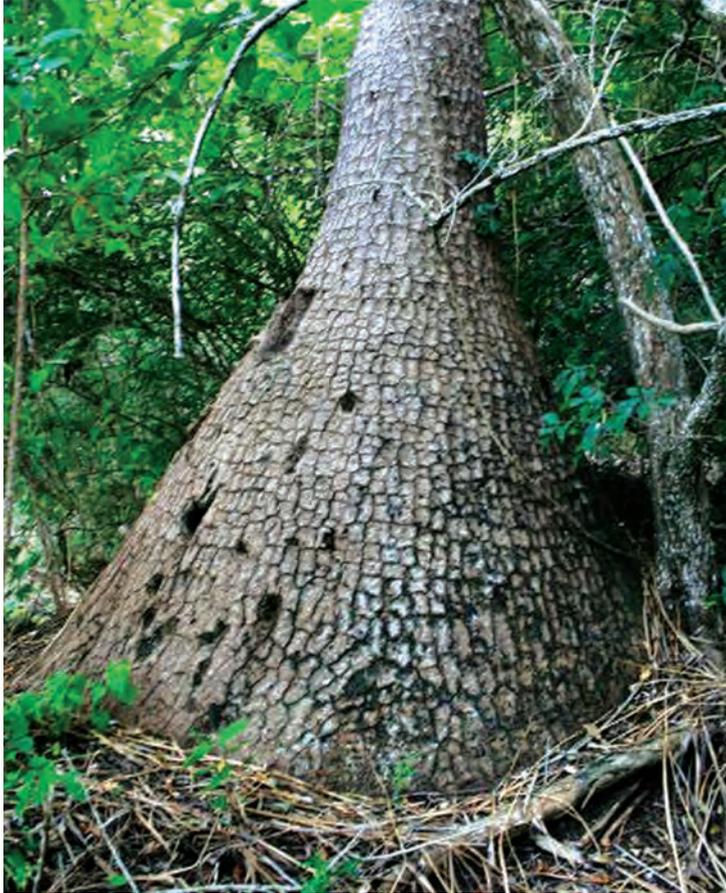


Figura 15. Base cónica de *Beaucarnea inermis*.

**Corteza:** Lisa a rugosa, de la base como del tronco gris oscuro a café oscuro con placas cuadrangulares o rectangulares en la base a 0.5-1 cm de grosor, poligonales y alargándose hacia el tronco, algo rugosas; fisuras poco profundas.

**Patrón de ramificación:** pseudodicotómico.

**Ramas terminales:** cortas, 15-50 cm de largo x 3-5 cm de diámetro.

**Yemas bajo la roseta:** elipsoides a ovadas, de 1.5-2.0 x 1 mm

**Hojas:** Agrupadas en rosetas al final de las ramas, recurvadas, de 80-115 x 1.3-2.5 cm, color verde a verde pálido con la superficie acanalada y lisa.

**Márgenes:** igual de verde que el resto de la hoja a un poco más pálido, finamente aserrado casi liso.

**Bases:** planas, largamente triangulares, 1.6-2.8 x 4.7-5.5 x 1-1.2 cm (ancho en la parte inferior x largo x ancho en la parte superior).

**Sistema reproductivo:** Polinización cruzada, son plantas dioicas a poligamodioicas.

**Inflorescencias:** panículas ovoides a elipsoides, 0.7-1 m, color amarillo paja a rojizo (figura 16).

**Pedúnculos:** de 20-29.5 x 1.5-2.5 cm.

**Ramas:** algo elongadas en zig-zag, van disminuyendo de tamaño desde 24 cm en la base hasta 4 cm en el ápice, se subdividen formando ramas secundarias. Ramillas de 4-8 cm, sustentadas por brácteas deltadas o anchamente triangulares

**Brácteas:** linear lanceoladas, reflejas, color rojizo de jóvenes y verde pálido a café al madurar.



Figura 16. Infrutescencia de *Beaucarnea inermis*.

**Flores masculinas:** tres por nudo con pedicelos de 4.5 mm articulados cerca de la flor; tépalos de 1-3 mm de largo.

**Flores femeninas:** 1-2 por nudo con pedicelos de 1.5-2.5 mm articulados cerca de la flor; tépalos de 1-3 mm; ovario elipsoide; nectarios basales.

**Frutos:** Elipsoides a ligeramente ovados de 1.2-1.4 x 6-10 mm con tres alas, color amarillo paja; con la muesca apical de 2-3 mm; pedúnculos de 3-5-4.5 mm articulados a la mitad o arriba.

**Semillas:** elipsoides a algo globosas con tres lóbulos, uno mayor con el ápice sobrepasando a los otros, 4-5 x 3.5-4 mm, ápices irregulares, a veces apiculados; testa lisa a algo rugosa, color marrón claro a rojizo (figura 17).



Figura 17. Frutos y semillas de *Beaucarnea inermis*.

**Nombre común:** “soyate”

**Usos:** Planta completa ornamental.

## *Beaucarnea pliabilis* (Baker) Rose

**Forma de vida:** Arborescente hasta de 18 m de altura (figura 18).



Figura 18. Forma de vida de *Beaucarnea pliabilis*.

**Base:** Ancha y cortamentemente cónica, con prolongaciones radiales sobre el suelo, llegando a tener una forma de garra o dedos (figura 19).



Figura 19. Base ancha y corta, ligeramente cónica de *Beaucarnea pliabilis*.

**Corteza:** Tanto la de la base como la del tronco gris claro a café rojizo con placas alargadas que en ocasiones se entrecruzan formando una retícula, rectangulares en la parte inferior, de 0.5-1 cm de grosor, algo rugosas a lisas; fisuras poco profundas.

**Patrón de ramificación:** Pseudodicotómico.

**Ramas terminales:** Elongadas y relativamente delgadas, 0.8-2 m de largo x 2.5-4 cm de diámetro.

**Yemas bajo la roseta:** Elipsoides a ovadas, falcadas, de 1.5-2.0 x 1 mm.

**Hojas:** Agrupadas en rosetas al final de las ramas, recurvadas, de 80-115 x 1.3-2.5 cm, color verde a verde claro con la superficie acanalada y lisa.

**Márgenes:** Igual de verde que el resto de la hoja a un poco más pálido, finamente aserrado casi liso.

**Bases:** Engrosadas o abombadas (como con un chipote), largamente triangulares, 2.5-7 x 4.5-8 x 1-2 cm (ancho en la parte inferior x largo x ancho en la parte superior).

**Sistema reproductivo:** Polinización cruzada, son plantas dioicas a poligamodioicas.

**Inflorescencias:** Panículas anchamente ovoides a anchamente elipsoides, 0.7-1 m, color amarillo paja a rojizo (figura 20).

**Pedúnculos:** de 20-29.5 x 2.4 cm.

**Ramas:** Ligeramente unduladas, planas, van disminuyendo de tamaño desde 28 cm en la base hasta 5 cm en el ápice, se subdividen formando ramas secundarias. Ramillas de 4-5 cm, sustentadas por brácteas lanceoladas.

**Brácteas:** Largamente lineares a largamente lanceoladas, 20-40 x 0.5-2.5 cm, recurvadas, color verde pálido.



Figura 20. Inflorescencia de *Beaucarnea pliabilis*.

**Flores masculinas:** Tres por nudo con pedicelos de 4.5-6 mm articulados cerca de la flor; tépalos de 3-3.5 mm de largo, color crema, casi blancos.

**Flores femeninas:** 1-2 por nudo con pedicelos de 5-6 mm articulados a la mitad o un poco más arriba; tépalos de 2-3 mm, color crema, casi blancos; ovario elipsoide a ovado; nectarios basales.

**Frutos:** Elipsoides a ligeramente obovados de 1.2-1.5 x 9-1.3 mm con tres alas, color amarillo paja; con la muesca apical de 2.5-4.5 mm; pedúnculos de 6.5-7 mm articulados en la mitad o ligeramente arriba (figura 22).

**Semillas:** globosas a algo elipsoides con tres lóbulos, uno ligeramente mayor, 4-5 x 3.2-4 mm, ápices redondeados, en ocasiones ligeramente mucronulados; testa lisa a algo rugosa, color marrón claro a rojizo. En ocasiones mantienen el hilio o estructuras del ovario de color amarillo entre los lóbulos (figura 21).



Figura 21. Frutos y semillas de *Beaucarnea pliabilis*.

**Nombre común:** “tsiipil” “despeinada”

**Usos:** Planta completa ornamental.

## *Beaucarnea recurvata* Lemaire

**Forma de vida:** Arborescente hasta de 15 m de altura (figura 22).



Figura 22. Forma de vida de *Beaucarnea recurvata*.

**Base:** Cónica globosa, con contrafuertes en pendientes y laderas, llegando a tener una forma ovada a elipsoide en la parte inferior, semejando una bota. Diámetro en la parte inferior de hasta 3 m.

**Corteza:** Tanto la de la base como la del tronco gris oscuro a café oscuro con placas alargadas a cuadrangulares o rectangulares en la base a 0.5-1 cm de grosor, poligonales hacia el tronco, algo rugosas; fisuras poco profundas.

**Patrón de ramificación:** Pseudodicotómico.

**Ramas terminales:** Elongadas, aplanadas en la base y redondeadas hacia el ápice, 1-2 m de largo x 3-5 cm de ancho.

**Yemas bajo la roseta:** Elipsoides a ovadas, de 1.5-2.0 x 1 mm

**Hojas:** Agrupadas en rosetas al final de las ramas, recurvadas, de 80-150 x 1-2.5 cm, color verde a verde claro con la superficie acanalada y lisa.

**Márgenes:** Igual de verde que el resto de la hoja a más pálido, microserrulado, diente cillos persistentes.

**Bases:** Planas, anchamente deltadas, 5-7 x 4-5 x 1-2 cm (ancho en la parte inferior x largo x ancho en la parte superior).

**Sistema reproductivo:** Polinización cruzada, son plantas dioicas a poligamodioicas.

**Inflorescencias:** Panículas estrechamente ovoides a estechamente elipsoides, 0.7-1.3 m, color amarillo a rojizo (figura 23).

**Pedúnculos:** de 20-50 x 1-1.5 cm.

**Ramas:** Erectas a unduladas aplanadas, van disminuyendo de tamaño desde 18 cm en la base hasta 7 cm en el ápice, se subdividen formando ramas secundarias. Ramillas erectas de 1.8-2 cm, sustentadas por brácteas triangulares

**Brácteas:** Lineares, reflejas, 16 x 1 cm, color verde a amarillo paja (superiores).



Figura 23. Infrutescencia de *Beaucarnea recurvata*.

**Flores masculinas:** 2-3 por nudo con pedicelos de 1.5-2 mm articulados cerca de la flor; tépalos de 2-2.5 mm de largo.

**Flores femeninas:** 1-4 por nudo con pedicelos de 2.5-4 mm articulados a la mitad; tépalos de 1.5-2 mm; nectarios basales.

**Frutos:** Elipsoides a ligeramente obovados de 1.2-1.4 x 8-10 mm con tres alas, color amarillo paja; con la muesca apical de 2-2.5 mm; pedúnculos de 3.5-6 mm articulados cerca del fruto (figura 24).

**Semillas:** Elipsoides a algo globosas con tres lóbulos, uno mayor con el ápice sobrepasando a los otros, 4-5 x 3.5-4 mm, ápices irregulares, en ocasiones mucronulados; testa lisa a algo rugosa,



Figura 24. Frutos y semillas de *Beaucarnea recurvata*.

**Nombre común:** “monja” “apachite”

**Usos:** Planta completa ornamental.

## Plagas y enfermedades de las especies de Pata de Elefante

La mayoría de los registros se han hecho para lo que la mayoría de productores y viveristas considera como *Beaucarnea recurvata*, pero posiblemente se encuentren también en *B. goldmanii*, *B. inermis* y *B. pliabilis* (De Goffau 1991, Colombo & Parma 1992, Maddison 1993, Weaver 2004, EPPO 2008, Fernández & Quesada 2009).

### Para *Beaucarnea recurvata*:

#### Hongos:

Ascomycota:

*Coniothyrium concentricum* (Desm.) Sacc.

Hyphomycete:

*Fusarium oxysporum* Schltdl.

#### Moluscos:

Gastropoda: Succineidae

*Succinea luteola* floridana (Pilsbry) Mollusca., caracol ámbar, amber snail.

#### Nematodos:

Meloidogynidae

*Meloidogyne* spp. Induce agallas en raíces.

Hoplolaimidae

*Rotylenchulus reniformis* Lindford y Oliveira. En hojas

## Arácnidos: Acari: Acaridae

*Tyrophagus* sp., ácaro, tyroglyphid mite

## Insectos:

### Coleoptera:

#### Anthribidae

*Euparius* sp., Fungus Weevil

#### Curculionidae

*Scyphophorus acupunctatus* Gyllenhall, picudo del mezcal  
(gusano de mezcal)

#### Staphylinidae

*Belonuchus agilis* Erichson

## Homoptera:

### Coccidea

*Dysmiococcus neobrevipes* (Beardsley)

### Diaspididae

*Aspidiotus spinosus* Comstock, escama espinosa,  
spinose scale

*Chrysomphalus aonidum* (Linnaeus), Florida red scale

*Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan), Spanish red scale

*Hemiberlesia lataniae* (Signoret), escama, latania scale

*Ischnaspis longirostris* (Signoret), Black Thread Scale.  
En hojas e inflorescencias.

- Lepidosaphes beckii* (Newman), escama morada o púrpura, purple scale. En hojas e inflorescencias.
- Opuntiaspis carinata* (Cockerell), escama, carinate scale. A veces infesta severamente las hojas
- Parlatoria pergandii* Comstock, escama, Chaff Scale. En hojas e inflorescencias.
- Parlatoria proteus* (Curtis), escama de orquídeas, orchid parlatoria scale. En hojas e inflorescencias.
- Pseudischnaspis bowreyi* (Cockerell), Bowrey scale. En hojas e inflorescencias.
- Velataspis dentata* (Hoke), escama dentada, dentate scale. En hojas.

## Heteroptera: Pentatomidae

- Proxys punctulatus* (Palisot de Beauvois), escama, stink bug. En hojas.

## Homoptera: Pseudococcidea

- Pseudococcus longispinus* (Targioni-Tozzetti), escama coluda, long-tailed mealybug. En hojas.

*Rhizoecus americanus* (Hambleton) Mealybug. En raíces

*Planococcus citri* cochinillas o escamas

### Para *Beaucarnea goldmanii*:

*Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae),  
cochinillas o escamas.

*Yuccaborus frontalis* (Coleoptera: Curculionidae)

### Para *Beaucarnea gracilis*:

Cochinillas o escamas: *Planococcus citri*  
(Hemiptera: Pseudococcidae)

Bupréstido haciendo galerías en inflorescencia.

### Para *Beaucarnea inermis*:

Cochinillas o escamas: *Planococcus citri*  
(Hemiptera: Pseudococcidae)

*Thrincopyge alacris* (Coleoptera: Buprestidae)  
haciendo galerías en inflorescencia.

### Para *Beaucarnea pliabilis*:

*Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae),  
cochinillas o escamas

*Scyphophorus acupunctatus* (Coleoptera: Curculionidae).  
Picudo del sisal. Hace galerías  
en hojas

## En otras especies

(*Beaucarnea goldmanii*, *B. guatemalensis*, *B. inermis*, *B. pliabilis*):

### Arácnidos: Acari: Eriophyidae

*Anchiphytoptus beeri* Keifer, ácaros, eriophyid mites, bud mite. Puede causar proliferación de brotes

### Insectos: Homoptera: Diaspididae

*Chrysomphalus dictyospermi* (Morgan), escama española roja, spanish red scale. En hojas

*Lepidosaphes beckii* (Newman), escama morada o púrpura, purple scale. En hojas e inflorescencias.

*Opuntiaspis carinata* (Cockerell), escama, carinate scale. En hojas.

*Pseudischnaspis bowreyi* (Cockerell), escama, Bowrey scale. En hojas e inflorescencias.



# IV

## ESTADO ECOLÓGICO DE SUS POBLACIONES

Se estudió el estado actual de las poblaciones de las especies de *Beaucarnea* con uso comercial. Para esto se muestrearon poblaciones en transectos de 1000 m<sup>2</sup> (100 x 10 m divididos en cuadros de 10 x 20 m) para estimar la densidad (individuos/ha.). En algunas especies se tomaron datos de sexo, número de inflorescencias, altura, diámetro a la base, diámetro en el ápice de la base, altura de la base, número de eventos de ramificación, número de rosetas y daños presentes. A continuación se describe el estado de las poblaciones de las especies con mayor valor comercial.

### *Beaucarnea goldmanii* Rose

Para el análisis de poblaciones de esta especie, se hicieron estudios en la zona de Tzimol al sur del Estado y en el Área Natural Protegida del Cañón del Sumidero, en vegetación de bosque tropical caducifolio. En el primer caso se observó, a través de los muestreos de poblaciones de *Beaucarnea goldmanii* que en lo general, es una población muy densa, con los individuos separados de 1-5 m entre sí. La mayoría está muy desarrollado (8-10 m) y seguramente tienen gran edad. Casi no se encontraron juveniles y no se observó ninguna plántula (Fig. 25).

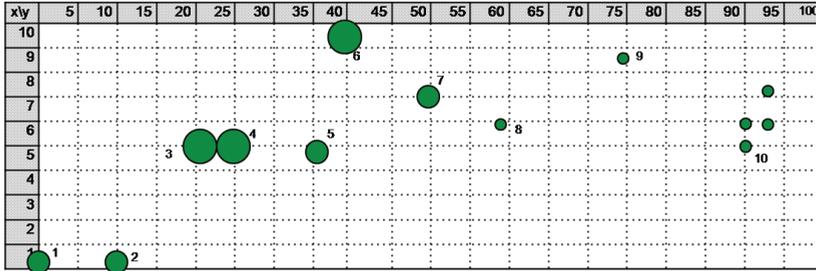


Figura 25. Mapeo de individuos de *B. goldmanii* en el transecto de 1000 m<sup>2</sup> (x = 1-10 m; y = 1-100 m), sitio 6.

En el ANP El Sumidero las poblaciones se presentan un estado de conservación aceptable con individuos adultos, jóvenes y plántulas (Fig. 26). Finalmente, en el tercer sitio se encontró una gran cantidad de individuos juveniles y plántulas, que al cotejarse diez años después, no se encontró ninguno con vida (Fig. 27).

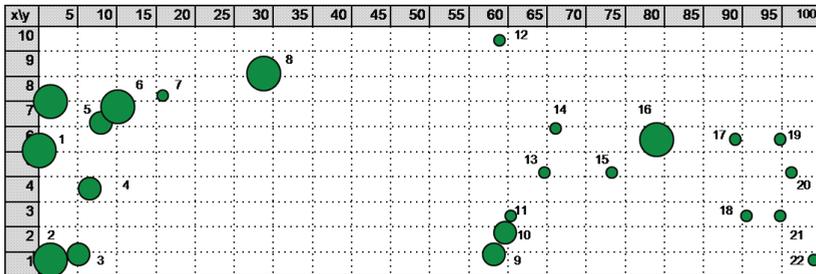


Figura 26. Mapeo de individuos de *B. goldmanii* en el transecto de 1000 m<sup>2</sup> (x = 1-10 m; y = 1-100 m), sitio 12.

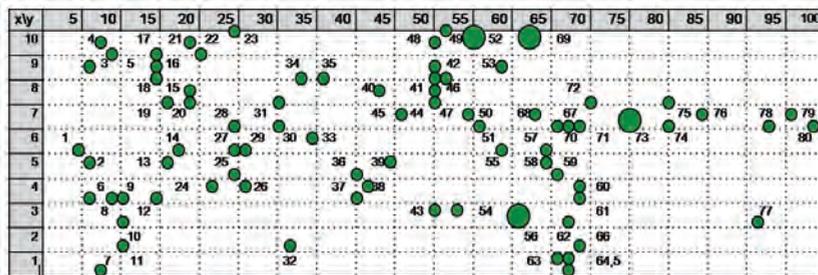


Figura 27. Mapeo de individuos de *B. goldmanii* en el transecto de 1000 m<sup>2</sup> (x = 1-10 m; y = 1-100 m), sitio 13. Al volver a este sitio diez años después, no se encontró ninguna de las plántulas con vida.

**Estado de Conservación (NOM ECOL 059): Amenazada**

### *Beaucarnea gracilis* Rose

Los resultados registrados por Cardel *et al.* (1999), del Valle de Tehuacan para *B. gracilis* señalan una densidad poblacional de 16.7 individuos por hectárea y cerca de 6000 individuos en 900 km<sup>2</sup>, la distribución de clases diamétricas del tronco se ajusta a una curva normal faltando las clases menores (<0.7 m). La especie es dioica, florece anualmente, el sistema reproductivo y el despliegue floral son típicos de un modo generalista de polinización. Las inflorescencias fueron visitadas por 46 insectos. La maduración de las semillas coincide con la época de lluvias, se producen en promedio 2600 semillas por inflorescencia y hasta 35 inflorescencias por individuo, 27-30% son dañadas por parásitos. La sobrevivencia de las semillas y plántulas es muy baja (las plántulas son comidas por cabras o mueren de sequía, las semillas son comidas por roedores o arrastradas por

el agua de lluvia). El 94.24% de las plántulas que sobreviven están asociadas a una planta nodriza. El bajo reclutamiento ya sea por causas naturales o humanas, la extracción de plantas e individuos jóvenes para el comercio, el pastoreo por cabras y la destrucción del hábitat para la construcción de caminos y urbanización, son una amenaza real para la sobrevivencia de la especie. Actualmente se han hecho muestreos en campo de 10 x 100 m considerando poblaciones de la especie *Beaucarnea gracilis* en la región de Tehuacán –Cuicatlán, en vegetación de matorral rosetófilo. Estos se llevaron a cabo en sitios donde hace once años (en 1998) se muestrearon las mismas poblaciones (Figs. 28 y 29). Como resultado se estima que *B. gracilis* tienen en esta zona alrededor de 110 individuos por hectárea, lo que quizá muestre un error de magnitud con respecto a lo encontrado por Cardel *et al.* (1999). Igualmente se observó una pérdida del 33% de individuos en diez años sin ninguna planta establecida en ese período.

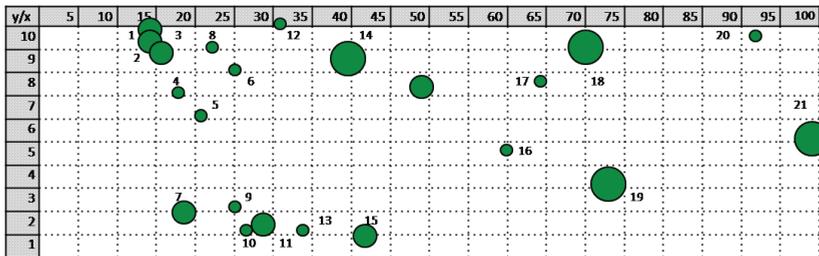


Figura 28. Mapeo de individuos de *B. gracilis* en el transecto de 1000 m<sup>2</sup> (x = 1-100 m; y = 1-10 m), sitio 1 en 1998.

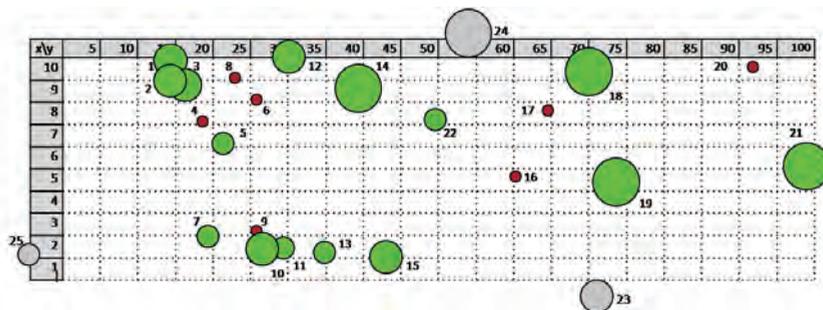


Figura 29. Mapeo de individuos de *B. gracilis* en el transecto de 1000 m<sup>2</sup> (x = 1-100 m; y = 1-10 m), sitio 1 en 2009. Los círculos en verde son individuos que se encontraban anteriormente y que crecieron. En rojo son individuos que ya no se volvieron a encontrar. Los que están en gris son individuos que se midieron y que no se sabía en el momento si entraban o no al transecto después de 11 años.

**Estado de Conservación (NOM ECOL 059): Amenazada**

### *Beaucarnea inermis* L. Hern.

Con respecto al muestreo de *Beaucarnea inermis*, se llevaron a cabo en muestreos en localidades ubicadas en el lado barlovento de la Sierra Madre Oriental, en serranías bajas a alturas entre los 350 y los 420 msnm, en los municipios de Tamasopo y Ciudad Valles, San Luis Potosí, y Ocampo, Tamaulipas. La vegetación en los tres sitios es de bosque tropical caducifolio. En el estrato arbóreo sobresalen principalmente *Pseudobombax ellipticum*, *Bursera simaruba*, *Lysiloma* sp., *Ficus* sp., *Sabal mexicana* y varias especies de bejucos y epífitas, y en el sotobosque *Dioon edule*, *Bromelia (Hechtia) pinguin* y *Acanthocereus pentagonus*, entre otras.

Las poblaciones de *Beaucarnea inermis* en los tres sitios presentan una densidad total promedio de 306.66 individuos por hectárea, pero tomando en cuenta sólo los individuos adultos la densidad es de 110 individuos por hectárea. La proporción de plántulas – juveniles – adultos es de 50 – 14 – 36% (Figura 30), lo cual muestra una proporción alta de plántulas en las tres poblaciones, en comparación con reportes previos, pero la proporción de juveniles es baja, lo cual indica una baja tasa de reclutamiento y sobrevivencia de las plántulas. A pesar de que el número de plántulas es elevado en los tres sitios, hay una disparidad en cuanto a las proporciones de estadíos entre sitios, siendo Cd. Valles, San Luis Potosí donde mayor proporción de plántulas se presenta, con una población compuesta casi exclusivamente por éstas. Mientras que Ocampo, Tamaulipas, es el sitio con mayor homogeneidad en cuanto a la proporción de estadíos (Figura 31), probablemente por presentar un menor grado de perturbación.

La alta proporción de plántulas, comparada con estudios previos, podría deberse a que años recientes han presentado posibles condiciones muy favorables para la germinación de un buen número de semillas, sin embargo, es notoria la baja proporción de juveniles, lo cual indica una baja tasa de sobrevivencia de las plántulas, a excepción de la población de Ocampo, Tamaulipas.

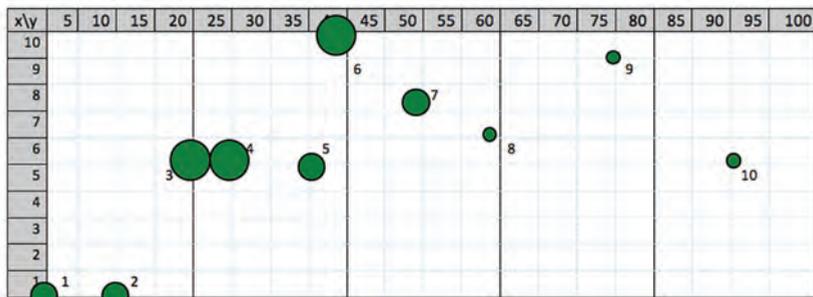


Figura 30. Mapeo de individuos de *B. inermis* en el transecto (x = 1-10 m; y = 1-100 m), sitio 8.

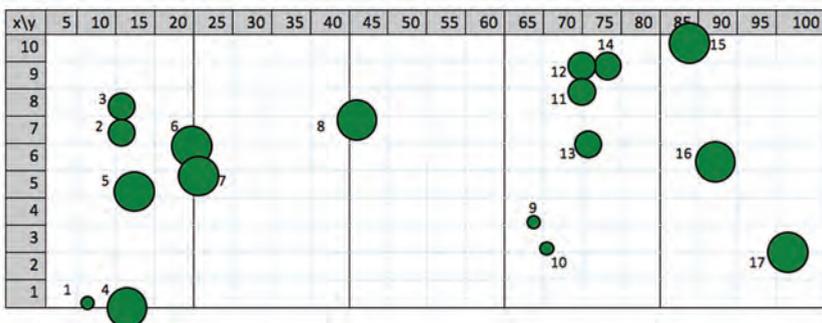


Figura 31. Mapeo de individuos de *B. inermis* en el transecto (x = 1-10 m; y = 1-100 m), sitio 16.

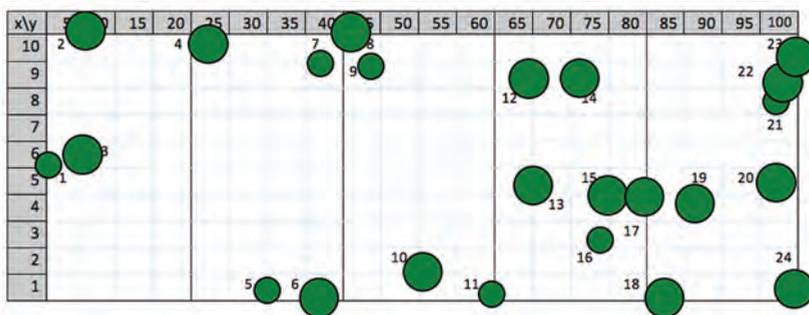


Figura 32. Mapeo de individuos de *B. inermis* en el transecto (x = 1-10 m; y = 1-100 m), sitio 17.

En cuanto a la proporción de sexos, el 52% de los ejemplares reproductivamente activos son femeninos y el 48% masculinos. Con estos datos se puede concluir en forma preliminar que las poblaciones de *Beaucarnea inermis* en el noreste de México están en peligro de desaparecer por la baja tasa de reclutamiento de individuos juveniles, a pesar del aumento de plántulas en todos los sitios. Es imprescindible la protección de las áreas de distribución natural del soyate, su propagación en viveros mediante semillas y la delimitación de la frontera agropecuaria, para garantizar la permanencia de sus poblaciones.

**Estado de Conservación (NOM ECOL 059): Amenazada**

### *Beaucarnea pliabilis* (Baker) Rose

Se hizo un análisis considerando varias poblaciones de *Beaucarnea pliabilis*, dos en el norte de la península (Figs. 33 y 34), una en la zona del Caribe (Fig. 35) y cuatro en la zona de los Chenes, Campeche todas con suelos someros o casi sin suelos sobre lajas de rocas calizas. En la Sierra Papacal - Chuburná, al noroeste de Yucatán (Fig. 33) se muestreó una población de *Beaucarnea pliabilis* poco densa en manchones de selva baja con cactáceas candelabroformes y asociaciones de como *Plumeria obtusa* y *Furcraea cahum*, en medio de pastizales y ciperáceas inundables y en la selva baja inundable. Los individuos de esta especie se distribuyen en manchones a distancias entre 20 y 30 m. Los individuos más altos alcanzan los 10 m. Hace cerca de diez años todavía se encontraban plántulas de *B. pliabilis* en un radio de 10 m. Debido a su ausencia y a la de frutos, se colectaron estacas con hojas para propagarlas vegetativamente. Aunque la

población de *B. pliabilis* no es abundante, queda como un posible reducto para conservación ya que esta zona que no se ha destinado a la agricultura ni ganadería, sobre todo por falta de aptitud de los suelos, regularmente salinos e inundables.

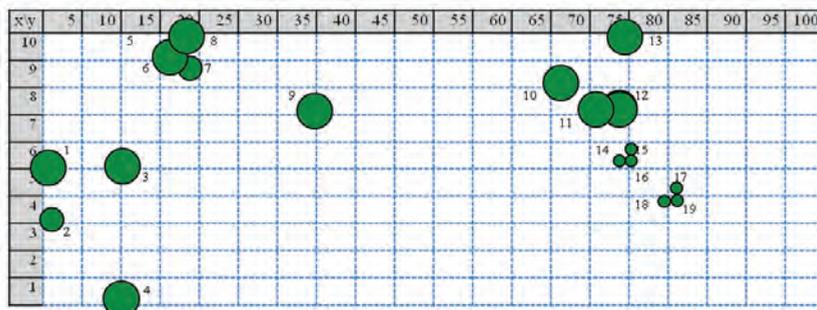


Figura 33. Mapeo de individuos de *B. pliabilis* en el transecto (x = 1-10 m; y = 1-100 m), sitio 6.

Hacia la Reserva de Río Lagartos (Fig. 34), se hicieron observaciones de antiguas poblaciones remanentes de *B. pliabilis*. En las inmediaciones del trayecto entre Temax y Butctotz, hace años se registró la presencia de manchones de selva mediana subcaducifolia con *Bromelia pingüin*, *Mimosa* sp., *Acanthocereus* sp. y *B. pliabilis*. Por ser la zona ganadera de Yucatán, así como por incendios provocados, es frecuente la desaparición de estos manchones. En general se encuentran individuos con las ramas o el tronco principal dañados por efectos de huracanes. Aunque la zona de selva baja con cactáceas candelabriformes está dentro de los límites de la reserva, también ha sido afectada por la actividad ganadera aleadaña. Así, las poblaciones de *Beaucarnea* antes muy abundantes, han sido reducidas alarmantemente.

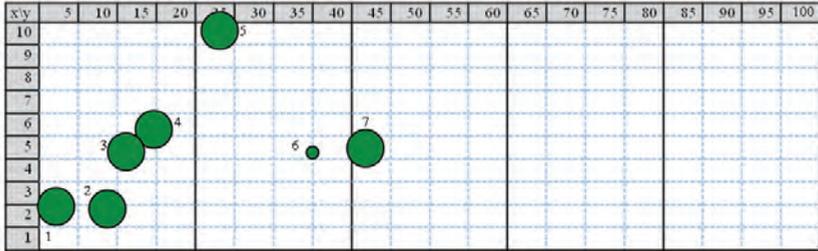


Figura 34. Mapeo de individuos de *B. pliabilis* en el transecto (x = 1-10 m; y = 1-100 m), sitio 7 mostrando una población en malas condiciones.

Hacia la zona del Caribe se encontraron las mejores poblaciones con una estructura de la población con plántulas, jóvenes, adultos e individuos seguramente muy viejos y grandes. Sin embargo la extensión de las áreas y actividades turísticas sin control ha puesto en grave riesgo a estas poblaciones.

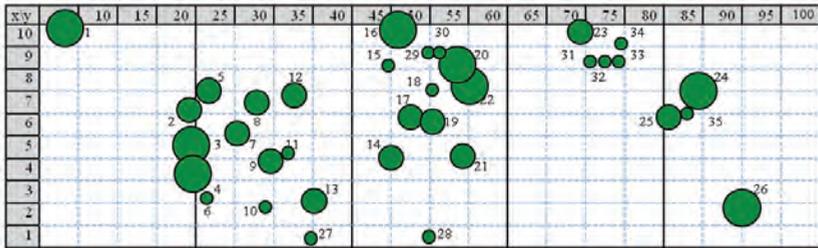


Figura 35. Mapeo de individuos de *B. pliabilis* en el transecto (x = 1-10 m; y = 1-100 m), sitio 15 mostrando la población con mejores condiciones de la región.

Por otro lado, desde hace años la zona norte centro de Campeche, se describió como un área habitada por *Beaucarnea pliabilis* por Miranda (1957) sobre selvas baja caducifolia con *Pseudophoenix* y baja decidua con cactáceas candelabrifformes, así como con ejemplares de herbario de Eizi Matuda consultados. A través de entrevistas informales con pobladores de Dzibalchén, Campeche, dicen que aún existen localidades remanentes de vegetación original de selva mediana subcaducifolia con *B. pliabilis* conocida localmente como “tsilil”. Afirman que hay una gran cantidad de desmonte en la región, por el establecimiento de campos agrícolas comerciales, concesionados sobre todo a colonos menonitas que practican agricultura mecanizada. Sin embargo, cerca del poblado Cancabchén el Sr. Román González Ek mostró una población en buen estado con la presencia de individuos adultos de más de 10 m de alto. Adicionalmente nos indicó que ha sorprendido a lugareños recolectando ilegalmente plántulas y juveniles para su venta. A veces llegan compradores procedentes de Champotón y pagan un precio sorprendentemente bajo, a dos pesos por ejemplar. También se constató cerca del parque del mismo, unos tallos amontonados de *Beaucarnea* ya muertos. Entre Hopelchén y Carlos Cano Cruz se había visitado la zona, encontrando escasos manchones de vegetación remanente muy deteriorada, con individuos de gran tamaño, hasta 15 m, sin rasgos de floración y con muy pocas plántulas presentes.

**Estado de Conservación (NOM ECOL 059): Amenazada**

### *Beaucarnea recurvata* Lemaire

Para *Beaucarnea recurvata* se detectaron los siguientes datos de la estructura y biología reproductiva en el Estado de Veracruz. Esta especie se encuentra en laderas muy pronunciadas, en sitios similares a *B. inermis*. La diferencia en campo para distinguirlas parece estar en el hábito, en la base de las ramas, de las rosetas y de las inflorescencias. La estructura poblacional se relaciona con la facilidad de acceso al sitio, como la cercanía a poblados, carreteras, pendiente del terreno. En localidades planas y cercanas a poblado o carretera la proporción de plántulas e individuos juveniles es menor que en sitios con pendientes pronunciadas. Se han encontrado hasta 161 individuos de *B. recurvata* en un área de 1.2 hectáreas, de estos 59% fueron adultos, 20% juveniles y 21% plántulas, la altura promedio es de  $9.8 \pm 0.6$  m (Fig. 36).

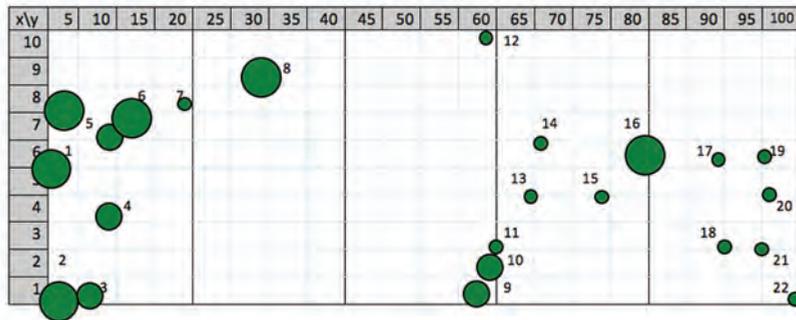


Figura 36. Mapeo de individuos de *B. recurvata* en el transecto (x = 1-10 m; y = 1-100 m), sitio 10.

La floración se presenta de marzo a junio y la fructificación de junio a febrero las flores masculinas permanecen pocos días (3 a 4)

mientras que las flores femeninas varios meses (4 a 5) dando lugar a la formación del fruto y la semilla, una por fruto. El seguimiento de un año de este proceso mostró que de los 161 individuos 40% fueron reproductivos y la proporción de sexos fue casi de 1:1. El número promedio de inflorescencias fue de  $6.7 \pm 0.9$  con un rango de 1 a más de 20 inflorescencias. El número de semillas por inflorescencia varió de 963 a 2818 con una media de  $2,159 \pm 712$  semillas por inflorescencia, del total de semillas, 2% fueron vanas y 13% dañadas por parásitos.

**Estado de Conservación (NOM ECOL 059): Amenazada**





# V

## MÉTODOS DE PROPAGACIÓN

Como parte de los resultados de las investigaciones financiadas por el SINAREFI (2008, 2009), se presentan algunos métodos y sus variantes por especie para propagarlas. Los métodos de propagación considerados fueron a través de semillas, por estacas y por cultivo de tejidos.

### Por semilla

#### Germinación de semillas de *Beaucarnea gracilis*

Cardel *et al.* (1999) probaron el porcentaje de germinación de semillas colocándolas en cajas Petri con papel filtro o 4% agar y manteniendo la humedad relativa. Las semillas fueron escarificadas o no usando los siguientes tratamientos (100 semillas por tratamiento), cinco concentraciones de ácido sulfúrico, papel arena, inmersión en agua y sin escarificar. Las semillas en agar fueron muy sensibles a la contaminación por hongos y bacterias por lo que se les desinfectó por inmersión en una solución al 0.06% de hipoclorito de sodio. Encontraron que las semillas escarificadas con ácido sulfúrico germinaron después de tres días en relación a la concentración del ácido (40% de ácido 20% de germinación; 90 y 100% de ácido 100% de germinación). La escarificación en arena

tuvo un porcentaje de germinación de 99% en agar y 98% en papel filtro después de 10 días. Las semillas sumergidas en agua 24 horas sin escarificar germinaron al cien por ciento en ambos medios (agar y papel filtro, después de 10 días).

Flores y Briones (2001) probaron en cámaras de germinación, el efecto del potencial hídrico del suelo y la temperatura en la germinación de semillas de *B. gracilis*, encontrando que el porcentaje de germinación a los 15 días fue mayor (74% y 69%) cuando se agregó 21 y 15 ml de agua al suelo a diferencia de 3% de germinación cuando se agregaron 10 ml de agua. El mayor porcentaje de germinación fue (95%) a 26° C en comparación con 2% a 20° C y 0% a 12° C.

### Germinación de semillas de *Beaucarnea pliabilis*

Se probó la germinación de 400 semillas de *B. pliabilis* en condiciones de vivero (cama de germinación con suelo de jardinería), la mitad de las semillas se sembró con la cubierta del fruto y las otras sin ella. El inicio de la germinación en las semillas sin la cubierta del fruto inició a los 29 días de siembra y con la cubierta a los 34 días. El porcentaje de germinación mayor fue de 92% a los 76 días y de 89% a los 92 días, sin y con la cubierta del fruto respectivamente. También se probó sumergir en agua el fruto y la semilla por 24 horas antes de la siembra encontrando el 89 % de germinación de las semillas con fruto sumergido en agua y 84% sin sumergir, a diferencia de las semillas sin sumergir 92% y sumergidas en agua alcanzaron el 87% de germinación después de 92 días de siembra (Fig. 37).

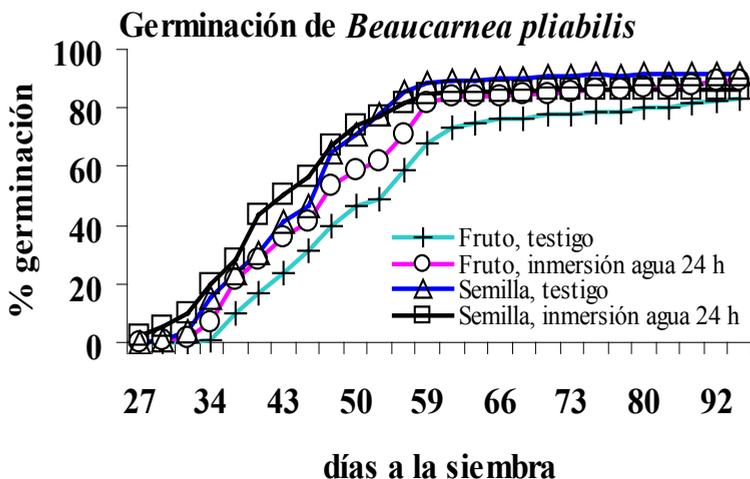


Figura 37. Germinación en vivero de *B. pliabilis*.

### Germinación de semillas de *Beaucarnea recurvata*

Las semillas se separan del fruto y se mantienen en remojo durante 24 horas previo a los ensayos. Se ha probado la germinación de semillas de *B. recurvata* en varias condiciones (Osorio y Mata 2007):

Se colocan las semillas en agua con unas gotas de jabón líquido (Dawn) durante 30 minutos en agitación; posteriormente se desinfectan en una solución al 70% de etanol durante un minuto; en seguida, se colocan en una solución de cloro comercial al 30% durante 30 minutos en agitación. Las semillas se enjuagan tres

veces en agua destilada estéril, en la campana de flujo laminar y finalmente se dejan 20 horas en una solución de Benlate (3 g/lit de agua), finalmente se enjuagan con agua destilada estéril. Siembra de 360 semillas en medio de cultivo MS (Murashige y Skoog, 1962) más un gramo por litro de carbón activado, colocadas en cámara de cultivo a 24 °C y fotoperiodo de 16 horas, registrando el inicio de la germinación a los 5 días de la siembra, habiendo alcanzado el 50% al noveno día y el 95% a los 43 días.

Se siembran 300 semillas en domos de plástico con suelo de jardinería compuesto por tierra de hoja, humus y tepezil (1:1:1) mantenidas en cámara de cultivo a 24 °C y fotoperiodo de 16 horas, encontrando que a los 13 días de iniciado el ensayo se tenía más del 95% de germinación y al mes había germinado en 99% de las semillas, la altura promedio de las plántulas después de 60 días fue de 6.7 cm.

Se siembran 300 semillas en el mismo suelo, pero mantenidas en invernadero con una temperatura promedio de 21° C, temperatura mínima promedio de 8.3° C y temperatura máxima promedio de 33.7° C. La germinación fue más lenta que en el caso anterior, a los 13 días se registró un porcentaje de germinación menor al 40% y a los 60 días se registró el 90% de semillas germinadas, la altura promedio de las plántulas fue variable con una media de 3.4 cm (Fig. 38).



Figura 38. Plántulas de *Beaucarnea recurvata* germinadas por semilla en invernadero.

## Por estacas

Con *Beaucarnea pliabilis* se ha logrado enraizar un 20% de estacas (ramas jóvenes de 2 cm de diámetro) lavando y desinfectando la zona de corte y aplicando un enraizador antes de colocarlo en maceta con suelo de jardinería. Esto se ha logrado en el vivero de Centro de investigación de Yucatán (CICY).

Con material colectado en Puebla de *B. gracilis* y *B. purpusii* y trasladado al laboratorio de la Universidad de Querétaro no se ha logrado la propagación por este método, se ha contaminado el material debido tal vez al tiempo de transporte.

## Por cultivo de tejidos

El cultivo *in vitro* o micropropagación es una técnica cada vez más utilizada para el estudio y conservación *ex situ* de especies silvestres con alguna categoría de amenaza (Fay, 1994), por ser una práctica de laboratorio y cultivo controlado en ocasiones eficiente y rápida para la propagación de algunas especies de importancia ornamental, en poco tiempo se puede multiplicar un gran número de plantas, lo que puede satisfacer la demanda del mercado y disminuir la presión sobre las poblaciones naturales. La propagación por cultivo *in vitro* de *Beaucarnea gracilis* y *B. recurvata* es posible en condiciones de laboratorio, (Osorio y Mata, 2005), ambas especies están catalogadas como amenazadas (Hernández 1993; SEMARNAT 2002) y tienen demanda como plantas ornamentales, sobre todo *B. recurvata*, a nivel nacional e internacional.

## Germinación de las semillas para cultivo de tejidos.

A partir de semillas de *Beaucarnea gracilis* y *B. recurvata* colectadas en los estados de Puebla y Veracruz se inició el cultivo. Se desprende la cubierta del fruto para liberar la semilla, éstas se dejan remojar en agua durante 12 horas. Después se colocan las semillas en agua con unas gotas de jabón líquido (Dawn) durante 30 minutos en agitación; posteriormente se desinfectan en una solución al 70% de etanol durante un minuto; en seguida, se colocan en una solución de cloro comercial al 30% durante 30 minutos en agitación. Las semillas se enjuagan tres veces en agua destilada estéril, en la campana de flujo laminar y finalmente se dejan 20 horas en una solución de Benlate (3 g/lit de agua), finalmente se enjuagan con agua destilada estéril. Lo anterior es necesario para prevenir la contaminación por

microorganismos principalmente hongos y bacterias al colocar las semillas en el medio de cultivo.

El medio de cultivo (Murashige y Skoog, 1962) (MS) se ajusta a un pH de 5.7 con NaOH y HCL 0.1 N, antes de añadir el agar, se esteriliza en autoclave a 120° C por 15 minutos. Se colocan 25 mililitros (ml) de medio de cultivo en frascos de vidrio estériles de 125 ml. Cuando el medio ha solidificado se siembran las semillas, se sellan los frascos y se colocan en la cámara de cultivo a 24° C y foto periodo de 16 horas de luz.

### Inducción de brotes

Cuando las plántulas obtenidas de semillas germinadas alcanzaron 7 cm de altura, se les cortó las hojas y la raíz. Dos tipos de explantes fueron usados para la inducción de brotes 1) la base del tallo sin hojas ni raíz colocado verticalmente en el medio de cultivo y 2) la base del tallo partido en dos secciones longitudinales, estas secciones se colocan con la superficie de corte sobre el medio de cultivo MS adicionado con 0, 1, 3 y 5 mg/l de BA (Benzylaminopurina) un regulador de crecimiento que estimula la formación de brotes, este periodo duró 30 días. Cada tratamiento tuvo 40 repeticiones. Después de la inducción los cultivos se cambiaron mensualmente a medio de cultivo MS sin regulador de crecimiento, sólo conteniendo 1 g/l de carbón activado. El número de brotes fue contabilizado después de tres meses.

## Enraizamiento

Los brotes se individualizaron y se colocaron en medio de cultivo MS adicionado con 1 g/l de carbón activado, sin regulador de crecimiento, en este medio los brotes desarrollaron las hojas y formaron la raíz. El porcentaje de enraizamiento se contabilizó a los dos meses.

## Supervivencia *ex vitro*

Las plántulas obtenidas por brotación múltiple, se sacan de los frascos y se lavan en agua corriente para eliminar el medio de cultivo, posteriormente son transplantadas a charolas con una mezcla de suelo de jardinería, humus y tepezil (1:1:1), y se colocan en condiciones de invernadero con alta humedad relativa (80-90%) esto se logra cubriendo las charolas con una tapa de plástico transparente, que se perfora semanalmente hasta reducir la humedad al 50%. Las plántulas entonces pueden ser trasplantadas a macetas individuales (Fig. 39).

Como resultado se encontró que las semillas de ambas especies empiezan a germinar a los cinco días de haber sido sembradas, alcanzando el 89.8% (*B. gracilis*) y 95.3% (*B. recurvata*) después de 30 días de cultivo. El desarrollo de las plántulas *in vitro* fue similar al observado en la germinación de semillas en suelo. Otros autores encontraron un porcentaje de germinación de 95 a 100% para *B. gracilis* de semillas germinadas en agar y papel filtro (Cardel, et al., 1997; Flores y Briones, 2001). Los altos niveles de germinación bajo

condiciones controladas, contrasta con el bajo establecimiento de plántulas observado en campo, lo que puede ser atribuido a diversos factores como las características del suelo, el potencial hídrico durante la estación de establecimiento, la depredación y el pastoreo (Cardel *et al.*, 1997; José y Valiente-Baunet, 2001).

Las plántulas y secciones transversales de plántulas de ambas especies formaron brotes en todos los tratamientos después de 30 días (Tabla 10 y 11 en Anexo). La mayoría de los tratamientos produjeron una respuesta generalizada de brotes adventicios desarrollados principalmente en la base de los explantes.

La regeneración no fue observada en el área de corte de las secciones longitudinales. Al décimo día de cultivo se observaron pequeñas estructuras nodulares que al observarlas al microscopio estereoscópico revelaban yemas con actividad meristemática con diversos primordios de hojas, los cuales después de pocos días elongaron y se diferenciaron en brotes adventicios. Estos brotes se originaron por organogénesis directa, sin pasar por la formación de callo. Generalmente la formación de callo no es deseable porque puede haber el riesgo de alteraciones genéticas (Feijoo y Iglesias, 1998; George, 1993).

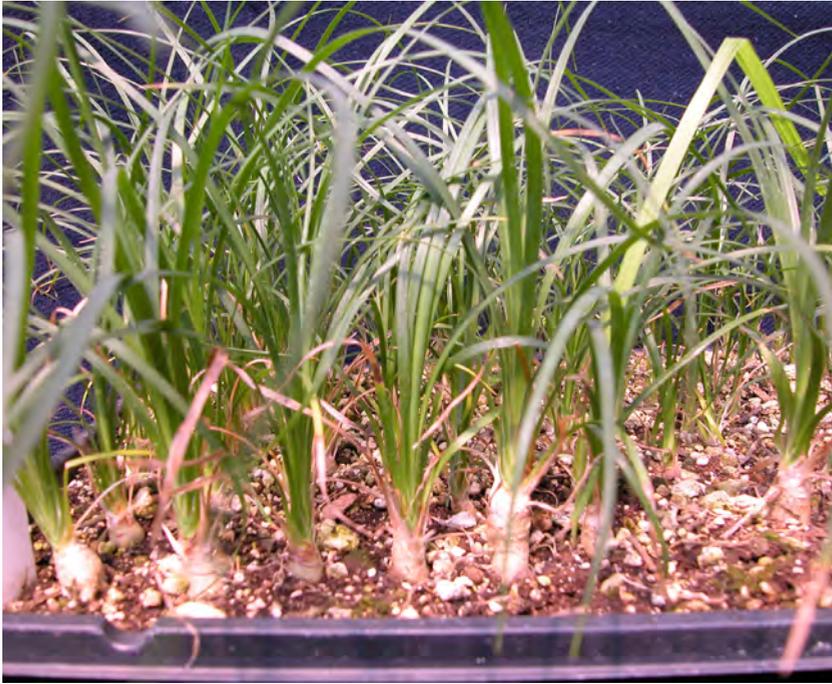


Figura 39. Plántulas de *Beaucarnea recurvata* para evaluación *ex vitro*, propagadas por cultivo de tejidos.

### Cultivo in vitro de *Beaucarnea gracilis*

El mayor número de brotes fue en las secciones longitudinales, aunque el número de explantes con respuesta fue menor probablemente como consecuencia de daño causado al dividir en dos secciones, porque el 75% de los explantes presento oxidación durante las primeras dos semanas y un 35% de ellos murió por necrosis.

A diferencia de *B. gracilis* la supervivencia en *Beaucarnea recurvata* no fue afectada por la disección del explante, el 100% de los ellos respondió a la inducción y no se observó oxidación, la formación de brotes también fue mayor en las secciones longitudinales.

En ambas especies hay diferencias significativas entre los dos tipos de explante ( $p \leq 0.0001$ ), en *B. gracilis* el número de brotes promedio de todos los tratamientos por explante fue 4.9 en secciones longitudinales y de 3.0 en base de tallo, y en *B. recurvata* de 7.8 y 1.4 brotes respectivamente. En general el porcentaje de enraizamiento para *B. gracilis* fue de 80 a 100%, para *B. recurvata* fue mayor al 90% excepto para los brotes inducidos con 5 mg/l de BA donde el porcentaje fue de 88% (Tabla 10 y 11 en anexo). La mayoría de las plantas que formaron raíces *in vitro* y fueron transplantadas a suelo continuaron su desarrollo. El porcentaje de supervivencia para *B. gracilis* fue de 80 a 100% y para *B. recurvata* de 92 a 100%. Las plantas a los siete meses tienen la base del tallo ensanchada, similar a las obtenidas de germinación de semillas en suelo.

### Cultivo *in vitro* de *Beaucarnea pliabilis*

#### Establecimiento del cultivo aséptico.

Se utilizaron como explantes la zona meristemática apical de plantas juveniles de *B. pliabilis*, se trasladaron al laboratorio para posteriormente proceder a la desinfestación del explante, la cual consistió en quitarle las hojas a los explantes y enjuagarlos con agua de la llave, para después sumergirlos en una solución de etanol al 70% y unas gotas de tween 80 al 10% por una hora, posteriormente se enjuagaron tres veces con agua destilada. Estos explantes se colocaron en cloro al 20% por 10 minutos, se utilizó esta concentración ya que anteriormente se hizo una prueba preliminar con una concentración

del 10%, dando como resultado una contaminación del 100% de los tratamientos. Se finalizó la desinfestación al enjuagar los explantes tres veces con agua destilada.

Los explantes fueron divididos en pequeños cubos de aproximadamente 5 mm, estos micro-cortes fueron inducidos en un medio MS (Murashige and Skoog, 1962) suplementado con diferentes concentraciones de hormonas 6- benzylaminopure (6-BAP; 0, 2.5 y 5 mg/ml), en combinación con el ácido indolbutírico (IBA; 0, 2.5 y 5 mg/ml), además de sacarosa (30g/l) y medio gelificante phitagel (4g/l), el pH se ajustó a 5.7 antes de aplicar el medio gelificante y esterilizarlo. Todos los cultivos fueron incubados a  $23 \pm 1^\circ\text{C}$  por 28 días. En total fueron nueve tratamientos, cada uno con 10 repeticiones y estos con cinco explantes (Tabla 3). Se evaluaron sus respuestas cada siete días, observándose a la semana un abultamiento de algunos explantes, los primeros brotes aparecieron a los 14 días después de la inducción en los tratamientos T3 y T4, sin embargo, en los otros tratamientos aunque no se observan brotes, ya tienen un hinchamiento del explante, esto quiere decir que se espera el desarrollo de algún brote o callo.

Hormonas	BAP mg/ml		
IBA mg/ml	0	2.5	5
0	T1	T2	T3
2.5	T4	T5	T6
5	T7	T8	T9

Tabla 3. Tratamientos con diferentes concentraciones de hormonas para *Beaucarnea pliabilis*. IBA = ácido indolbutírico  
BAP = hormonas 6- benzylaminopure.

Se optó por incluir dos tratamientos más, solo que con diferente combinación de hormonas, para el tratamiento uno se utilizaron el ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4 D; 5 mg/ml) y 6-benzylaminopure (6-BAP; 10 mg/ml) y para el tratamiento dos el Picloram (5mg/ml) combinado con 6- benzylaminopure (6-BAP; 10 mg/ml) observándose las primeras respuestas al día 14 de su inducción en los tratamientos, sin embargo aún no han producidos brotes ni callos. Falta definir el tamaño preciso de los cortes de los explantes y el tratamiento más apropiado para la inducción y el desarrollo de los brotes.



# VI

## EXPERIENCIAS EN CONSERVACIÓN Y MANEJO

### **Conservación y manejo en el ámbito institucional**

Se han encontrado especies de *Beaucarnea* en ocho Áreas Naturales Protegidas (ANPs) divididas en cinco Reservas de la Biósfera (cuatro de orden federal y una estatal), dos Parques Nacionales y una Zona Sujeta a Preservación Ecológica de orden estatal. Estas ocho ANPs protegen a ocho especies de las cuales tres diferentes están en una sola reserva, dos especies se encuentran en dos ANP diferentes y tres especies se encuentran protegidas en sus respectivas ANP.

ANP	Nombre	Competencia	Estado	Especies
Reserva de la Biósfera	Sierra Gorda de Guanajuato	Federal	Gto.	<i>B. compacta</i>
Reserva de la Biósfera	Tehuacán-Cuicatlán	Federal	Pue.-Oax.	<i>B. gracilis</i> <i>B. stricta</i> <i>B. purpusii</i>
Reserva de la Biósfera	El Abra-Tanchipa	Federal	S.L.P.	<i>B. inermis</i>
Reserva de la Biósfera	El Cielo	Estatad	Tamps.	<i>B. inermis</i>
Reserva de la Biósfera	Ría Lagartos	Federal	Yuc.	<i>B. pliabilis</i>
Parque Nacional	Tulum - Zona de Monumentos Arqueológicos Tulum-Tankah	Federal	Q. Roo	<i>B. pliabilis</i>
Parque Nacional	Cañon del Sumidero	Federal	Chis.	<i>B. goldmanii</i>
Zona Sujeta a Preservación Ecológica	Los Manantiales de Parácuaro	Estatad	Mich.	Se registra como <i>B. inermis</i> , pero parece ser <i>B. hiriartieae</i>

Tabla 4. Especies de *Beaucarnea* (pata de elefante) en áreas naturales protegidas (ANP).

### Conservación *ex situ* de especies de *Beaucarnea*

Registro de colecciones vivas y de germoplasma con número de especies, individuos y propágulos

Jardín Botánico/ Institución	Localidad	Especie
Xiitbal N'ek, Centro de Investigación Científica de Yucatán	Mérida, Yuc.	<i>B. pliabilis</i> <i>B. recurvata</i>
Faustino Miranda	Tuxtla Gutiérrez, Chis.	<i>B. goldmanii</i>
Fco. Javier Clavijero, Instituto de Ecología A.C.	Xalapa, Ver.	<i>B. gracilis</i> <i>B. inermis</i> <i>B. recurvata</i>
Universidad Autónoma de Querétaro	Querétaro, Qro.	<i>B. compacta</i> <i>B. goldmanii</i> <i>B. pliabilis</i> <i>B. recurvata</i>
Jardín Botánico de la Universidad Nacional Autónoma de México	México, D.F.	<i>B. goldmanii</i> <i>B. gracilis</i> <i>B. inermis</i> <i>B. pliabilis</i> <i>B. purpusii</i> <i>B. recurvata</i>
Jardín Botánico de Zapotitlán Salinas	Tehuacán, Pue.	<i>B. gracilis</i> <i>B. purpusii</i>

Tabla 5. Especies de *Beaucarnea* (pata de elefante) encontradas en Jardines Botánicos

Bases de datos de especies y accesiones en Herbarios y Jardines Botánicos:

### Herbario XAL del Instituto de Ecología A. C.

En este herbario se encuentran 48 ejemplares del género *Beaucarnea* correspondientes a siete especies, a excepción de cuatro, todos los ejemplares presentan estructuras reproductivas. Las especies mejor representadas con 11 y 16 ejemplares son *B. gracilis* y *B. recurvata*, las otras tienen tres ó cinco ejemplares cada una. Los nombres comunes registrados son Zotolin para *B. gracilis*; Gan puhruz y chit para *B. pliabilis*; boca de cántaro y palma petacona para *B. recurvata*. Adicionalmente se incluyeron los ejemplares de la REMIB-CONABIO.

### Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero

En la base de datos de éste Jardín se tienen registrados 30 ejemplares de dos especies del género *Beaucarnea*, cinco ejemplares de *B. inermis* y veinticinco de *B. recurvata* (Tabla 9 en anexo). En la sección del arboretum se encuentran cuatro individuos de *B. inermis* de 1.4, 2, 3.7 y 4.7 m de altura, el otro ejemplar se encuentra en los invernaderos; dos individuos fueron adquiridos por donación y tres del vivero El arenal (carretera Xalapa-Coatepec).

Con respecto a *Beaucarnea recurvata* la procedencia es del estado de Veracruz de los municipios de Emiliano Zapata, Jalcomulco, Teocelo y Oaxaca de San Miguel Chimalapa, once individuos se encuentran expuestos en el arboretum con alturas de dos a tres metros, en la explanada del auditorio UNIRA se encuentran dos individuos de tres metros de altura, 14 individuos se encuentran en

los invernaderos, de estos últimos cuatro fueron decomisados por la PROFEPA y están bajo resguardo en el Jardín Botánico Clavijero.

En 2009 la PROFEPA donó al Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero del Instituto de Ecología A. C., 42 plantas de *Beaucarnea recurvata* de un metro de altura en promedio y cuatro ejemplares de *B. gracilis* de 40 a 60 cm de altura, producto de un decomiso realizado al restaurante Palo Gacho del Municipio Emiliano Zapata, estado de Veracruz.

### Herbario MEXU del Instituto de Biología de la UNAM

En el Herbario del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, se encuentran depositados 14 ejemplares de *Beaucarnea recurvata* colectados Veracruz (Emiliano Zapata, Jalcomulco, Coatepec; Oaxaca, Asunción Ixtaltepec) y Tamaulipas (González, Antiguo Morelos, Ocampo y Aldama), algunos ejemplares estaban anteriormente identificados como *B. inermis*. La mayoría presenta estructuras reproductivas, el hábitat es principalmente de selva baja caducifolia en altitudes de 350 a 1800 metros.

### Herbario CICY del Centro de Investigación Científica de Yucatán

En este herbario se encuentran 42 ejemplares del género *Beaucarnea* correspondientes sólo a la especie endémica a la Península de Yucatán, *B. pliabilis*.

## Jardín Botánico Xíitbal neek' del CICY

En este Jardín Botánico se encuentran 35 ejemplares registrados, de los cuales uno murió. Del total, cinco tienen ya 20 años sembrados en el jardín y tres tienen entre 10 y 12 años.

Conservación y manejo en unidades de manejo para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMA)

Aunque la SEMARNAT tiene registradas varias UMA donde se encuentran especies de *Beaucarnea*, la experiencia más importante en este sentido es la UMA 3 de Mayo ha trabajado junto con el Instituto de Ecología A.C. Sus actividades permitieron alcanzar los objetivos de producir plantas de *Beaucarnea recurvata* con un plan de manejo que involucra la preservación de las poblaciones nativas de la especie basada en datos técnicos de estructura, distribución y producción de frutos en forma natural (Castillo 2006, Contreras y Barrera 2007, Osorio y Mata 2007, Osorio *et al.* 2008).

Antecedentes y organización de la UMA 3 de Mayo (2001-2007).

La estrategia de conservación y aprovechamiento sustentable de *Beaucarnea recurvata* (palma moja, pata de elefante, apachite) fue la invitación, capacitación, asesoría, organización, donación de plantas y acompañamiento de productores del centro de Veracruz para la formación de una Unidad de Manejo y Aprovechamiento de Vida Silvestre “La UMA 3 de Mayo”. El grupo se formó en el 2003 y se elaboró el plan de manejo para obtener el registro de la SEMARNAT en febrero de 2005. Originalmente la UMA estuvo formada por tres productores de la comunidad de Loma de Rogel, del municipio de Emiliano Zapata en Veracruz.

En los años siguientes (2005 a 2008) el grupo de académicos tuvo el propósito de conocer el uso y manejo de la *B. recurvata* en la región centro de Veracruz. Se hicieron recorridos para identificar áreas conservadas de bosque tropical caducifolio (BTC) y contacto con grupos de productores interesados en el aprovechamiento legal de la especie, lo que también nos llevó a identificar formas de explotación y comercio ilegal de especies de vida silvestre.

Actualmente la UMA está conformada por 14 grupos en 21 localidades y 10 municipios del estado de Veracruz (2010), con 119 productores registrados, que tienen, -según inventario-, alrededor de 425,922 plantas producidas en 31 viveros rústicos y aproximadamente 195.3625 ha. de BTC, la cual tiene más de 40 especies de flora endémica de Veracruz o México que están en riesgo por el cambio de uso del suelo del hábitat, además del saqueo para el comercio ilegal de varias de ellas. Los grupos asociados a la UMA “3 de Mayo” deben tener un Presidente, un Secretario y un Tesorero y los integrantes que deseen. A continuación se enumeran los grupos registrados en la SEMARNAT: “Los compadres” con ocho productores; “Los Morales” con nueve productores; “Peñuela” con tres productores; “Chicuasén” con seis productores; “Vida Verde” con 6 productores; “Palmeritos” con seis productores; “Guardianes del Bosque” con 11 productores; “Rancho Nuevo” con seis productores; “Paso de Pimiento” con cinco productores; “El Recreo” con 26 productores; “El Nogal” con siete productores; “Apachite” con 11 productores y “Los Tucanes” con 12 productores (Fig. 40).

A la fecha, 56 personas se encuentran en espera de ingresar a la UMA 3 de Mayo y quedar registrados ante la SEMARNAT, con el potencial de un grupo de 175 productores de 29 localidades y 10 municipios, con una producción de 365,263 plantas en 33 viveros.

En la tabla 6 se hace un resumen de los grupos del centro de Veracruz y el número de plantas que poseen.



Figura 40. Productor de *Beaucarnea recurvata* en la UMA 3 de Mayo en Alto Lucero, Ver.

Grupos	Municipios	Localidades	Productores registrados	Viveros	Plantas producidas
15	10	29	119	33	425,922
	Actopan Alto Lucero Amatlán de los Reyes Comapa Emiliano Zapata Huatusco Puente Nacional Sochiapa Tenampa Totutla		56 sin registrar Hacen un total de 175	31 registrados 2 sin registrar	379,059 en registro SEMARNAT 46,863 sin registrar
43.725 Kg de semillas (42.725 en registro de Semarnat y 1 sin registrar)	960 Adultos (921 en registro de Semarnat, 39 sin registrar)	95,500 menores de un año	120,480 mayores a un año	49,300 de 2 años	25,355 de 2-4 años
7,182 de más de 4 años	940 palma en bolsa	15,000 palma en cama	195.3625 ha. De SBC		

Tabla 6. Integrantes de la UMA 3 de Mayo.

## Diagnóstico (2008-2011) de la organización de la UMA 3 de Mayo.

### *Aciertos*

La vinculación entre académicos y productores derivó en un proyecto que amplió sus intereses de la conservación y la venta de plantas de la especie al aprovechamiento sustentable. Los aciertos del proyecto son:

La UMA 3 de Mayo tuvo desde su inicio hasta el premio al mérito ecológico una correcta alianza de intereses para formalizar el procedimiento de aprovechamiento legal de una especie endémica del BTC.

Se elaboró un esquema de trabajo que puede ser un modelo replicable para las especies del género.

Los productores de la UMA con el apoyo de las instituciones académicas lograron apoyos financieros de (CONAFOR, INVADER, GOBIERNO DEL ESTADO) para en proyecto y el beneficio personal.

La UMA 3 de Mayo en su mayoría está formada por campesinos que practican diferentes actividades (primarias, secundarias y terciarias) que enfrentan los riesgos de la producción agraria y el aprovechamiento de la vida silvestre fue otra alternativa para emprender nuevos proyectos.

## Adversidades

Entre otras, se contemplan las siguientes:

La autoridad ambiental no cumple con sus propias normas para el uso y aprovechamiento legal de las especies de vida silvestre. Tiene una burocracia que desamina las iniciativas de productores y organizaciones para hacer uso de los recursos naturales. Esto se observa desde trámites que deben durar dos semanas y se prolongan meses. Se solicita información a los productores que no tienen los elementos técnicos para cumplir. La autoridad maneja sus archivos a discreción y facilita u obstaculiza las solicitudes de los usuarios en la aprobación del plan de manejo, la tasa de aprovechamiento, permisos de traslado.

En Veracruz no se ha consolidado una coordinación entre instituciones estatales y federales. Se quieren proyectos inmediatos con apoyos clientelares por subordinación a interés de los partidos políticos en el poder. Lo que deriva en prácticas de corrupción. Como lo dice Edgardo Buscaglia (Noticias MVS, 2011): los políticos en México ven en la práctica de gobernar un negocio no un servicio a la sociedad, por ello, cualquier acción lleva un condicionamiento de apoyo, corrupción o compromiso futuro.

Los apoyos económicos necesarios para generar o mejorar la infraestructura de los productores no siempre cumplen su cometido y en ocasiones, son el pretexto para desarticular el trabajo organizativo de base.

Los productores quieren proyectos que les dejen ingresos económicos rápidos, sean de recursos públicos, de apoyos condicionados pero que tengan la libertad de invertirlos en la producción o para otros fines personales.

En las instituciones académicas no existe un consenso del papel de las investigaciones para intervenir en la sociedad para fomentar cambios de largo plazo en la manera de organizar el uso de los recursos naturales.

El acompañamiento y evaluación de la investigación acción es una tarea compleja que demanda acciones que se multiplican en la medida que los proyectos avanzan. Por ello, el riesgo de ruptura entre productores y asesores académicos es grande y el abandono de los propósitos aparece con facilidad entre las partes.

Las recomendaciones técnicas de académicos, en ocasiones, exigen apoyos complementarios de otros sectores de la sociedad, que generalmente llevan a nuevos compromisos difíciles de cumplir para los productores o para los académicos. En general no hay fuentes financieras para la producción de vida silvestre porque las políticas públicas están fracturadas entre conservación y producción.

## Perspectivas

La UMA 3 de Mayo es un esfuerzo coordinado de diferentes personas e instituciones que mostró avances y retrocesos en la práctica de la organización social para la producción.

En el futuro se tienen que refrendar los acuerdos -institucionales e individuales- para continuar con la estrategia de conservación y manejo de la especie.

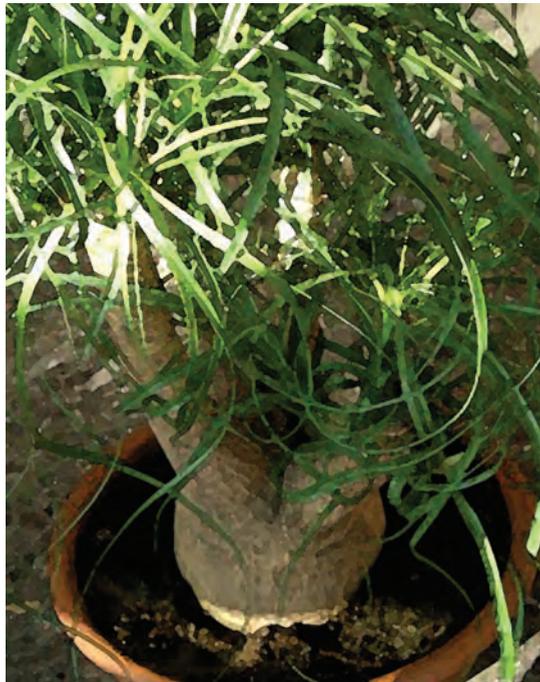
Considerando las evidencias actuales de la emergencia nacional, es necesario refrendar el compromiso de realizar prácticas ecológicas, administrativas y sociales para aproximarnos a la sustentabilidad.

Se requiere apoyar a los campesinos con recursos económicos y técnicos para manejar los recursos naturales. Se tiene que convocar a otros sectores como el empresarial a que tengan compromisos en proyectos socialmente útiles.

Se requiere un estudio de mercado que acerque a los productores y consumidores al comercio justo y consiente.

Los trabajos en red abren posibilidades promisorias para proyectos de vida silvestre que permitan una intervención social efectiva.

Análisis de las poblaciones de *Beaucarnea sanctomariana* y *B. goldmanii*.





## VII PROYECCIÓN

Estudios recientes (CONABIO, 2009; UNESCO 2010) muestran que la crisis ambiental planetaria es el resultado de las contradicciones del sistema económico capitalista, de los modelos de consumo que se fundamentan en el crecimiento económico. Junto a la explotación de la naturaleza, la inequidad en la distribución de la riqueza contribuye a prácticas de explotación de la naturaleza y los seres humanos. Para autores como Enrique Leff (2007) y Sergio Zermeño (2010) los cambios para reconstruir a México deben visualizarse en la complejidad de los procesos que permiten construir sociedad, es decir, entender la dinámica de los procesos locales y su articulación a escalas geográficas y temporales que permitan incidir en las necesidades básicas de la población, sin permitir la explotación de los recursos locales por intereses externos a la región. En este sentido la conservación y aprovechamiento del género *Beaucarnea* debe fundamentarse en la conciencia colectiva de los grupos de población que tienen el usufructo de las selvas bajas caducifolias y desérticas; de poblaciones de cada una de las especies del género; y de la organización social para su aprovechamiento sustentable.

El trabajo iniciado en la Red Pata de elefante es apenas un intento por coordinar grupos de académicos para unificar y sistematizar la información biológica y social del uso del género. A través de sus actividades de docencia e investigación se están proponiendo acuerdos de colaboración institucional. Junto con la experiencia de grupos de productores se difunden las experiencias específicas para

multiplicar los casos de éxito en la conservación y aprovechamiento de este grupo de plantas que tienen una gran demanda comercial en el extranjero y en las ciudades del país.

Las actividades futuras se presentan en la figura (X), que se agrupan en tres estrategias. En la primera I biología de la conservación se continuarán los diagnósticos ecológicos de poblaciones; se pretende completar los estudios de biología y taxonomía para el género; difundir los criterios de identificación de especies; derivado de los mapas potenciales de distribución, continuar el trabajo de campo para corroborar la presencia de nuevas poblaciones silvestres de cada especie. En particular, se podrá impulsar pruebas de propagación y se terminarán los estudios genéticos para esclarecer la separación de grupos aún poco estudiados. En la estrategia II Conservación del hábitat y evaluación social se propone identificar las amenazas por cambio de uso del suelo; la identificación de grupos organizados para la conservación y uso de las especies; se documentarán las formas de aprovechamiento de las especies; y los criterios de ordenamiento territorial, con énfasis en los criterios de manejo de cuenca. En la estrategia III Políticas públicas ambientales se proponen planes de manejo; intervenciones sociales para impulsar el desarrollo local y los criterios de evaluación del trabajo de la red con la finalidad de medir el impacto del trabajo, la transparencia en el ejercicio de los recursos públicos y la rendición de cuentas. Pensamos que las estrategias anteriores ayudarán a construir esquemas integrales de investigación, participación y gestión del género que se aproximen a la sustentabilidad.



Figura. 42. Estrategias futuras de la Red Pata de Elefante SINAREFI. I Biología de la conservación. II Conservación del hábitat. III Políticas públicas ambientales.



## VIII

# Literatura Citada

- Castillo Del Moral, R. 2006. Propuesta para la conservación de *Beaucarnea recurvata* Lemaire, en la cuenca media del Río Actopan, Veracruz, México. Tesis de licenciatura, Universidad Veracruzana, México.
- Colombo, M. & D. Parma. 1992. *Dismicoccus neobrevipes* (Beardsley) (Homoptera Coccoidea) su *Beaucarnea recurvata* (Lem.). [*Dismicoccus neobrevipes* (Beardsley) (Homoptera Coccoidea) on *Beaucarnea recurvata* (Lem.)]. (In Italian; Summary In English). Notiziario sulle Malattie delle Piante 113 (40 series 3): 30-35.
- Contreras H. A. & O. Barrera. 2007. Caracterización de los sistemas agrarios asociados a los pedregales con alta biodiversidad en la cuenca del Río Actopan, Veracruz. En: Contreras A y S. Córdoba (eds.). El cambio en la sociedad rural mexicana ¿se valoran los recursos estratégicos? Producción agraria y recursos naturales. Asociación Mexicana de Estudios Rurales, Casa Juan Pablos. vol. IV. 94-119.
- Córdoba, L. y J. Molina. 2006. Conservación *ex situ*. En Recursos fitogenéticos en México para la alimentación y la agricultura, J. Moreno y L. Córdoba Compiladores. SAGARPA, Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C., SOMEFI. Pp. 59-100. México.

- De Goffau, L. J. W. 1991. Jaarboek, Plantenziektenkundige Dienst – 1989/1990, 59-62 & 124-126.
- EPPO. 2008. Reporting Service. European and Mediterranean Plant Protection Organization. Paris.
- Fernández, O. & A. Quesada. 2009. Nemátodos asociados a los cultivos de Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Servicio Fitosanitario del Estado, Departamento de laboratorios. Costa Rica.
- Hallé, F., R. A. Oldeman, & P. B. Tomlinson. 1978. Tropical trees and forests. Berlin. Springer-Verlag.
- Hernández, L. 1992. Una especie nueva de *Beaucarnea* (Nolinaceae). Acta Botánica Mexicana 18:25-29.
- Hernández, L. 1993. *Beaucarnea* ¿un genero amenazado? Cactáceas y Suculentas Mexicanas 38:11-14.
- Hernández, L. 1993a. Character analysis of the American Genera of Asparagales, a systematic study of *Beaucarnea* (Nolinaceae) and the taxonomic revision of *Hemiphylacus* (Hyacinthaceae). Dissertation to get the Ph.D. on Botany (Systematics). University of Texas at Austin. Austin, Texas.
- Hernández, L. 1999. A Conservation Project on the ponytail palms (*Beaucarnea* spp.: Nolinaceae) in Mexico. IOS Bulletin (International Organization for Succulent Plant Study) 7:22-23.
- Hernández, L. 2001. *Beaucarnea sanctomariana* (Nolinaceae), a new micro endemic species of ponytail palm from the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, Mexico. Novon 11(1)50-53.

- Hernández, L. & S. Zamudio. 2003. Two new remarkable Nolinaceae from Central Mexico. *Brittonia* 55(3):226-232.
- López, R. & E. Rodríguez. 2006. Los recursos fitogenéticos de México. En Recursos fitogenéticos en México para la alimentación y la agricultura, J. Moreno y L. Córdoba Compiladores. SAGARPA, Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C., SOMEFI. Pp. 1-19. México.
- Maddison, P. A. 1993. UNDP/FAO-SPEC Survey of Agricultural Pests and Diseases in the South Pacific, Technical report. Vol. 3. Pests and other fauna associated with plants, with botanical accounts of plants. Auckland: Manaaki Whenua B Landcare Research. [File downloaded from <http://nzac.landcareresearch.co.nz/>]
- Miranda, F. 1957. Vegetación y ecología en *Lo que ha sido y lo que puede ser el Sureste*, México. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Vol. 1, pp. 73-103.
- Miranda, F. & E. Hernández-X. 1963 Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 28: 29-179.
- Murashige T. & F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
- Muñoz, G. 2006. Conservación *in situ*. En Recursos fitogenéticos en México para la alimentación y la agricultura, J. Moreno y L. Córdoba Compiladores. SAGARPA, Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C., SOMEFI. Pp. 20-58. México.

- Orellana, R., N. Ayora, & C. López. 1988. *Ex situ* studies on five threatened species in the Yucatán Península, México. *Botanic Gardens Conservation News* 2:20- 23.
- Osorio-Rosales, M. L. & M. Mata-Rosas. 2005. Micropropagation of endemic and endangered Mexican species of ponytailpalm. *HortScience* 40(5):1481-1484.
- Osorio-Rosales, M. L. & M. Mata-Rosas. 2007. Voluntades para la conservación de *Beaucarnea recurvata*, especie endémica con potencial económico. En: *El cambio en la sociedad rural mexicana ¿se valoran los recursos estratégicos? Producción agraria y recursos naturales* Contreras, H. A. y S. Córdoba (Eds.) Vol IV, 120-136
- Osorio, M. L., H. A. Contreras, M. Equihua & G. Benítez 2008. Pata de elefante. *Ciencia y Desarrollo* 34:(223) 68.
- Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta Bot. Mex.* 14: 3-21.
- Santacruz, A. & M. de la O Olán. 2006. Utilización de los recursos fitogenéticos. En *Recursos fitogenéticos en México para la alimentación y la agricultura*, J. Moreno y L. Córdoba Compiladores. SAGARPA, Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C., SOMEFI. Pp. 101-164. México.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana. NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación* (30 de diciembre de 2010): 1-78.

- Trejo, I. & R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biol. Conserv.* 0:1-10.
- SEMARNAT 2002. Norma Oficial Mexicana. NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación* (6 de marzo de 2002): 1-81.
- Weaver, R. 2004. Botany Section. *Tri-Ology*. 43(2):1-16.

Se terminó de imprimir en el mes de noviembre de 2011 en los talleres gráficos de la  
Universidad Autónoma de Querétaro.  
(Prolongación Pino Suárez 467-E, Col. Ejido Modelo, Querétaro, Qro.)  
Se tiraron 1000 ejemplares, más sobrantes para su reposición.

EDICIONES



SAGARPA



SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PEÑA Y ALIMENTACIÓN



**SINAREFI**  
Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos  
para la Alimentación y la Agricultura