



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
FACULTAD DE CIENCIAS

MAESTRÍA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS ÁRIDAS
TESIS

ANÁLISIS DEL MODELO DE PREDICCIÓN DE PESO DE *Yucca schidigera* CON FINES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN.

ALEJANDRA FLORES VIDRIO

Ensenada Baja California a 15 de Mayo de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Facultad de Ciencias

Maestría en Manejo de Ecosistemas de Zonas Áridas

"ANÁLISIS DEL MODELO DE PREDICCIÓN DE PESO DE *Yucca schidigera* CON FINES DE MANEJO Y CONSERVACIÓN."

TESIS

Que para obtener el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS

Presenta

ALEJANDRA FLORES VIDRIO

Aprobado por



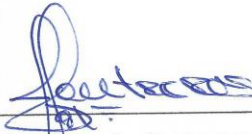
Dr. Bernardino Ricardo Eaton González

Director de tesis



Dra. María Evarista Arellano García

Co-Director de tesis



Dr. Joaquín Contreras Gil

Sinodal

Ensenada Baja California a 14 de Junio de 2019

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Delimitación de los ecotipos

La especie

Factores abióticos

Adaptación

Ecotipos

Montano

Intermontano

Mediterráneo

Desértico

Fenología

Modelo

MARCO LEGAL

JUSTIFICACIÓN

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

Preguntas

OBJETIVOS

Objetivo general

Objetivos específicos

METODOLOGÍA

Estudio dendronométrico

Materiales

Métodos

ÁREA DE ESTUDIO

RESULTADOS

Gráficas de resultados

Tabla de predicción de pesos

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES DE MANEJO

AGRADECIMIENTOS

REFERENCIAS

ANEXOS

RESUMEN

La especie *Yucca schidigera* es el recurso vegetal silvestre de mayor importancia económica y social para Baja California (Castellón-Olivares, 2003). Esta especie también conocida como palmilla pertenece a la familia de las agaváceas, es una planta caulescente y arbustiva, que pueden llegar a medir hasta 4 metros de alto y 40 centímetros de diámetro. Generalmente se encuentra en colonias de entre 4 hasta a más de 20 individuos. Se distribuye desde el suroeste de Nevada y Arizona, y parte central y sur del Estado de California, a la parte media del estado de Baja California. A principios de la década de los 90, el volumen de aprovechamiento comprendía entre 4000 a 7000 toneladas anuales de fuste aproximadamente [Sepúlveda, 1994], y esa cantidad se ha ido elevando hasta fechas actuales, por lo que es de gran interés económico y a su vez científico, debido a la escasa información sobre esta especie.

Palabras Clave: *Yucca schidigera*, ecotipos, fuste, peso, aprovechamiento.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los países con mayor riqueza biológica, parte de ella consiste en una gran cantidad de especies de plantas vasculares. [Rzedowski, 1978]. La ubicación y la forma que posee el territorio Mexicano le permite tener características peculiares (Rzedowski, 2006), esto se da por las variaciones ambientales influenciadas por dos reinos biogeográficos entre los que se encuentra (Castellón-Olivares, 2003).

Baja California es una península angosta, con un ancho promedio de 100km, y un largo aproximado de 1200 km que corre paralelo a la parte más robusta de la República Mexicana, por lo que, al estar en mayor parte separada del territorio mexicano, presenta condiciones similares a una isla y ofrece diferencias interesantes con el resto del país

El sistema montañoso de Baja California se encuentra en casi todo lo largo de la península, sus pendientes tienden a ser suaves del lado del pacífico y

abruptas del lado del Mar de Cortés, en la parte Norte es donde se encuentran las Sierra de Juárez y la Sierra San Pedro Mártir, con una altitud de hasta 2400 msnm, y, en la parte sur de la península, se encuentra la Sierra de La Laguna [Rzedowsky, 1976].

En México se pueden encontrar 31 de las 44 especies de *Yucca* (Granados-Sánchez, 1998). En Baja California se distribuyen 3 de ellas, pero la que de mayor interés económico y social es *Yucca schidigera* (Bracamontes, 1997). Esta especie se localiza en laderas occidentales de ambas sierras, asociadas a *Pinus* y *Juníperus* [Sandoval, 1981] [Acevedo, 1997] y encino cuando la altura es mayor a los 1300msnm, a chaparral entre los 900 y 1300m, a mezquital o en transición de chaparral hacia matorral desértico entre los 900 y 600m y a matorral desértico crasicaule por debajo de los 600m comúnmente en poblaciones más hacia el sur [Castellón, 2003]. Es escasa hacia el nivel del mar donde predomina el matorral costero [Castellón, 2003] y tanto las especies de *Agave* como de *Yucca* pueden ser dominantes o codominantes en la vegetación de matorral Xerófilo [Rzedowski, 1976][Acevedo, 1997].

Los riesgos principales que corre la *Yucca schidigera* es el aprovechamiento intensivo de los tallos, que esto puede afectar la regeneración sexual ya que la talla de aprovechamiento y la talla de madurez reproductiva coinciden pudiendo ocasionar que se impida la floración y en consecuencia, la producción de frutos y semillas (Castellón-Olivares, 2003). otros riesgo de tipo ambiental son, en poblaciones de mayor altitud el daño por las heladas tardías, debido a que pueden coincidir con la floración y provocando la inviabilidad de las semillas por el congelamiento de los frutos (estrés por bajas temperaturas), mientras que en poblaciones de menor altitud, más hacia el desierto pueden estar sujetas a deshidratación y no florecer frecuentemente (estrés por altas temperaturas) (Castellón-Olivares, 2003).

Esta especie es una planta muy longeva, por lo que surgen dudas sobre su manejo (Velasco, 1992). Su desarrollo es lento hasta que entre los 5 a 7 años, después incrementa hasta que alcanza los 1.5m de altura, lo cual sucede aproximadamente a los 15 años, y después se relantiza de nuevo (Velasco, 1992).

Se propaga fácilmente por medio de brotes, su asentamiento se puede ver estimulado al eliminarse vegetación vieja (Velasco, 1992), como en el caso del chaparral. Esta propagación puede ser por hijuelos o brotes jóvenes, desarrollándose normalmente una vez asentados exitosamente (Velasco, 1992) y a su vez, obtener un nuevo individuo a partir de las rosetas que durante el aprovechamiento suelen ser desechadas tiende a ser darse exitosamente en condiciones normales de temporal (Velasco, 1992).

La importancia económica de esta especie consiste en la extracción del jugo de sus tallos, el cual es rico en saponinas (Bracamontes, 1997), proteínas y esteroides (Velasco, 1992) y se utiliza como materia prima en productos como cosméticos [Sandoval, 1981; Flores, 1991], champús, jabones [Acevedo, 1997], etc. También es utilizado en productos hormonales [Sandoval, 1981; Flores, 1991] por el contenido esteroidal de sus raíces con el cual se pueden elaborar anticonceptivos femeninos (Carranza-Acevedo, 1997) ya que es rica en desoxicosterona, que es fuente de hormonas femeninas (Velasco, 1992) útiles en su elaboración.

Este jugo también se utiliza como materia prima en productos como promotores del enraizamiento [Sandoval, 1981; Flores, 1991] y se pueden obtener ésteres orgánicos que pueden alterar los periodos de floración y fructificación, y funciona como mejorador de suelos salitrosos (Velasco, 1992). Además, por si solo funciona como dispersante y surfactante en productos agroquímicos y como espumeante en bebidas gaseosas como refrescos y cervezas (Castellón-Olivares, 2003).

ANTECEDENTES

Hace poco más de cuatro décadas, se inició la explotación de la especie *Yucca schidigera* debido a que el extracto de troncos maduros resultaba de interés industrial (Sepúlveda, 1994), el aprovechamiento se comenzó en 16 localidades y procesada en 3 plantas industriales [CITA]. Desde entonces, la mayoría de los estudios sobre la *Yucca* están enfocados a fines taxonómicos o a sus propiedades químicas, pocos, sino casi nulos, se enfocan en la parte ecológica de ésta especie, por lo que resultan de suma importancia para la conservación del recurso ya que la producción en campo es superada por la demanda industrial (Velasco, 1992), por lo que cada vez tiene mayor interés comercial, y en consecuencia mayor demanda, por lo que la especie puede sufrir en caso de un mal manejo.

Castellón y Sepúlveda (1995) consideran que se presentan diferencias entre poblaciones de *Yucca schidigera* en cuanto a niveles de productividad debido a efectos ambientales, por lo que Cano define la presencia de 4 ecotipos con características estructurales propias y diferencias en el ciclo fenológico (Carranza-Acevedo, 1997). Castellón-Olivares (2003), describe la primera clasificación de estos ecotipos.

El aprovechamiento de la *Yucca* inició en el Valle de la Trinidad en 1975 (Sepúlveda, 1994) que se encuentra hacia la parte noroeste de la península, entre Sierra de Juárez y Sierra San Pedro Mártir y comprende de varios ejidos como se muestra en la Figura 1, y al ser de los primeros lugares en aprovecharla, en consecuencia es de donde se posee mayor información. En esta zona se pueden observar inflorescencias desde principios de marzo hasta mediados de Junio (Velasco, 1992).

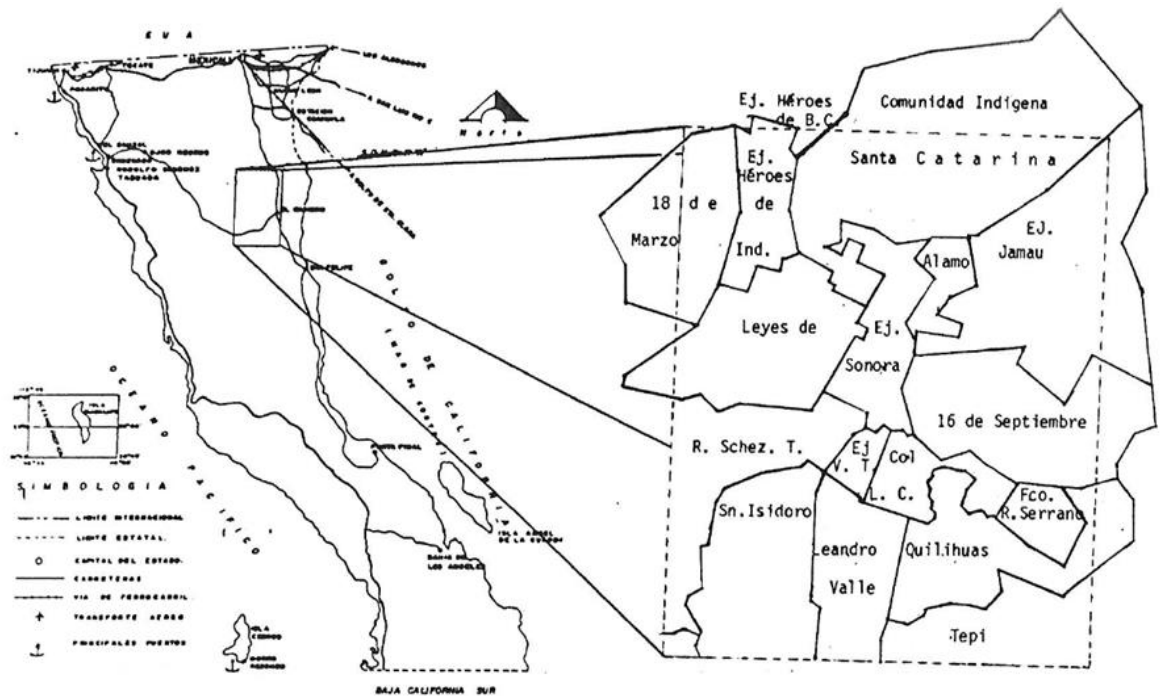


Figura 1: Mapa de los ejidos donde se dio inició el aprovechamiento de *Yucca schidigera* (Sepúlveda, 1994)

Castellón (2003) menciona que la abundancia de poblaciones donde la *Yucca* se reporta como rara, no llega a formar poblaciones definidas con menos de 10 colonias por ha. En poblaciones bien definidas varía entre 48 a 210 col/ha, como en la localidad El Alamar en el ejido Tepi. Las poblaciones de mayor altitud como en La Rumorosa, poseen adaptación al frío mientras que las más sureñas, a la sequía y altas temperaturas (Castellón-Olivares, 2003).

Debido a esto, se ha encontrado que la *Yucca schidigera* tiene una alta variabilidad morfológica entre poblaciones, presentando adaptación a las

diferentes condiciones ambientales que en Baja California se presentan en un gradiente altitudinal. Estas diferentes poblaciones presentan diferencias en la predicción de biomasa, densidad, estructura horizontal y vertical, número de individuos por colonia, por lo que se puede considerar que la *Yucca* presenta 4 ecotipos (Castellón-Olivares, 2003) distribuidos en el gradiente latitudinal de la península.

Se ha reconocido que la península de Baja California presenta importantes rasgos particulares, como la transición a condiciones más áridas que afecta a su vegetación [Shreve 1936, Epling & Lewis 1942]. El noroeste de Baja California suele ser incluida en la bioregión californiana con clima tipo mediterráneo [Bullock, 1997]. Las asociaciones vegetales son transitorias, muchas especies que caracterizan esta vegetación pueden distribuirse fuera del clima mediterráneo [Bullock, 1997]. La diversificación entre los géneros en la región californiana podría estar relacionada con el clima y la diversidad de microclimas provocados la topografía, y cambios por sequías e influencia marina, afectando también su discontinuidad espacial [Stebbins, 1952]. La *Yucca schidigera* se distribuye desde los desiertos del norte y está ampliamente distribuida en los matorrales mediterráneos en Baja California [Bullock, 1997]. Por lo que de esta forma, la *Yucca schidigera* tiene microhábitats muy heterogéneos en cuanto factores ecológicos como altitud, temperatura, precipitación, tipo de suelo, que hacen que se pueda encontrar desde unos cientos de metros a más de 1000m, asociada a diferentes comunidades vegetales que pertenecen a factores ambientales que determinan tales tipos de vegetación. Esto solo delimita su distribución. Matreucci menciona que la abundancia de una población disminuye hacia ambos extremos de un gradiente ambiental y es aquí donde la especie debe ajustar su respuesta para un factor ambiental (Carranza-Acevedo, 1997).

La especie

Los individuos pertenecientes a la familia de las agaváceas son plantas perennes, con hojas dispuestas en espiral y arregladas en rosetas en el ápice de un tallo, el cual puede ser corto y apenas sobrepasar unos centímetros del suelo, o bien, largo y erecto pudiendo llegar a medir hasta más de 3m. Las especies grandes de agaves alcanzan la madurez entre los 10 y 25 años, mientras que las especies pequeñas lo hacen después de crecer entre cuatro y cinco años. A esta familia pertenecen los géneros *Agave*, *Nolina* y *Yucca* [Wiggins, 1980].

En el caso del género *Yucca*, éste cuenta con 44 especies cuya distribución comprende desde Dakota del Norte en Estados Unidos hasta Centroamérica [Hastings, 1982], en México se encuentran 31 de estas especies, y en la Península de Baja California podemos encontrar *Yucca wippleii*, *Y. valida*, y la de especial interés industrial, y que se encuentra bajo aprovechamiento *Yucca schidigera* [Piña, 1980]. En Baja California, esta especie se localiza en laderas occidentales de la Sierra Juárez y San Pedro Mártir (Carranza-Acevedo, 1997).

La *Yucca schidigera*, también llamada Palmilla o Datilillo, es una planta perenne, de tallo simple, que puede llegar a medir hasta 4m de altura y tener un diámetro de 40 cm, se puede encontrar agrupada en colonias desde unos cuantos individuos hasta más de 20. Florece entre principios de abril a mediados de mayo y se puede encontrar en pendientes áridas y desiertos húmedos, debajo de los 1500 msnm [Higgings 1964]. Se distribuye desde E.U. hasta el paralelo 30° en Baja California [Hastings, 1982] como lo muestra la Figura 2. Tiene un crecimiento constante hasta los 250cm, donde se desacelera y a partir de los 300 cm, su crecimiento es mucho más lento hasta llegar a los 4 m, y una aceleración aún un poco mayor entre los 7 a 15 años, de lo contrario tardaría más de 100 años en llegar a su talla; con riego puede crecer hasta 9 cm al año mientras que de temporal 2.5cm (Sepúlveda, 1994).

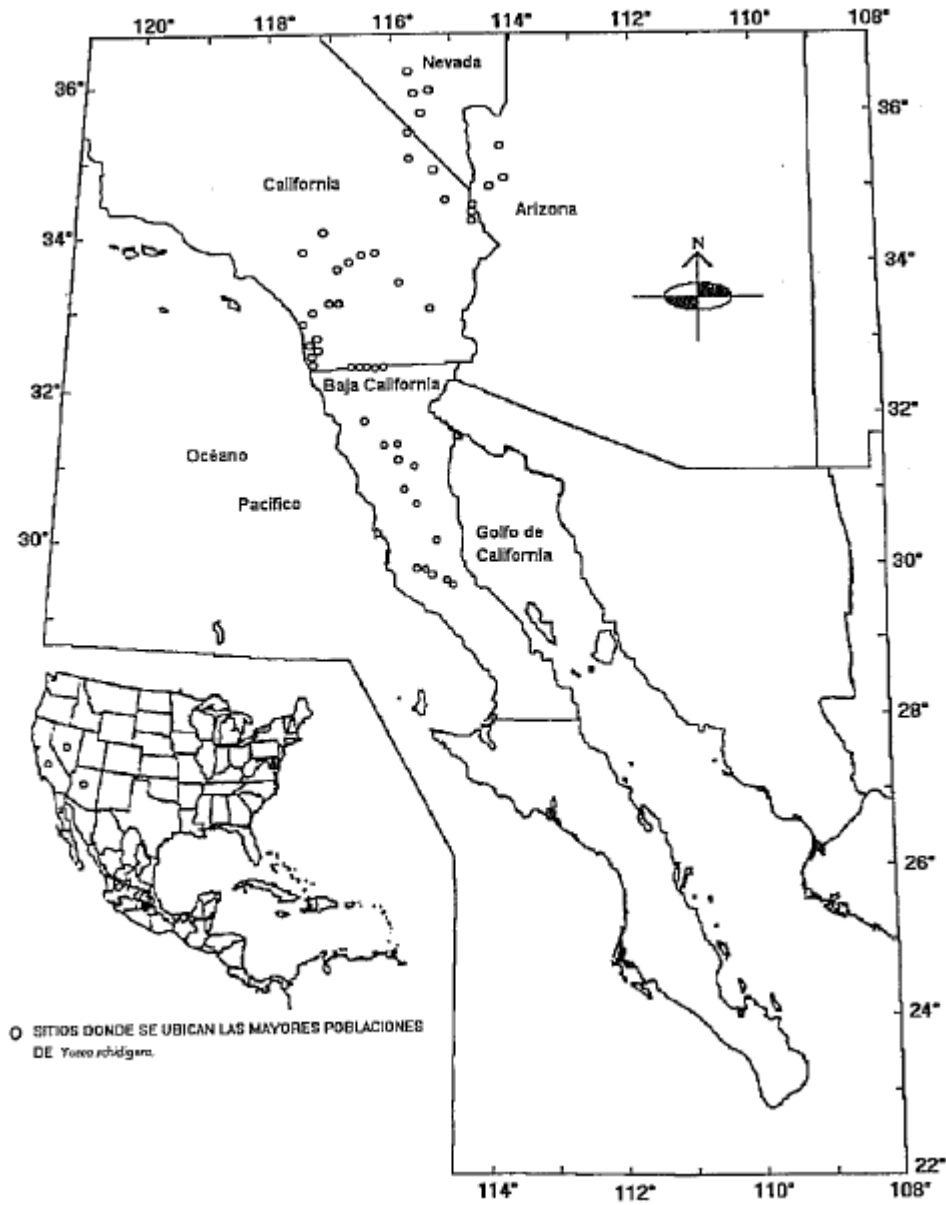


Figura 2: Distribución de *Yucca schidigera* en Baja California y Estados Unidos según Hastings et al. 1972 (Bracamontes, 1997)

Aunque la dispersión de semillas tiende a tener un alto porcentaje de germinación (mayor al 85%), el éxito de las plántulas es muy bajo (menor al 3%), propagarse sexualmente tiene poco éxito (Sepúlveda, 1994). La estrategia de propagación por hijuelos es la más exitosa, ya que incluso se ve favorecida al haber corte de individuos adultos que acciona este mecanismo de reproducción asexual. Este bajo éxito en la reproducción sexual se debe al estrés ambiental por bajas y altas temperaturas ya que no es tolerante a muy bajas temperaturas, la

poca precipitación pluvial, la no disponibilidad de semillas por aprovechamiento intensivo de tallos que coinciden con madurez reproductiva y la depredación de semillas y plántulas por roedores (Sepúlveda, 1994). Por otro lado, no florece cada año, y cuando ocurre no coincide con los años de mayor precipitación [Gentry, 1979], fuera de eso, se ha reportado una gran variación en la producción de semilla entre años e incluso entre áreas en un mismo año (Sepúlveda, 1994); y reproducción asexual por medio de brotes o retoños, que incrementa al haber un corte de individuos adultos en la base del fuste que acciona el mecanismo de reproducción asexual de la planta, típicamente durante el aprovechamiento (Sepúlveda, 1994).

Su importancia ecológica consiste en que, debido a que sus hojas están dispuestas en rosetas, actúan como amortiguadores del golpeteo de las gotas de agua al suelo durante las lluvias torrenciales que ocurren en zonas áridas, reduciendo escurrimientos superficiales que provocan erosión del suelo; sus colonias favorecen el establecimiento de pequeñas comunidades compuestas de plantas, roedores, reptiles, aves, etc, que son protegidas por esta especie (Sepúlveda, 1994). Se encuentra asociada a vegetación característica del chaparral, de bosque piñonero, junípero y matorral desértico, y zonas ecotonaes entre chaparral y matorral desértico. Y se asocia con *Ergonum fasciculatum*, *Opuntia* sp, *Lycium californicum*, *Artemisia californica*, *Larrea tridentata*, *Adenostoma fasciculatum*, entre otras [Shreve, 1964]. Es en esta zona en la que la especie se encuentra en su máxima expresión presentando máxima densidad y capacidad de reproducción asexual, mientras que por su baja altitud, el matorral costero es el límite de distribución de esta especie (Carranza-Acevedo, 1997).

Culturalmente, los Kumiai y Cucapá, grupos étnicos de Baja California, utilizaban sus fibras para elaborar cestos y artículos de gran utilidad como huaraches, para proteger sus pies (Sepúlveda, 1994); la flor es de importancia alimenticia ya que hervida puede servir para múltiples preparaciones, y los dátiles son ricos en azúcares por lo que son un excelente proveedor de energía (Sepúlveda, 1994).

Su importancia industrial consiste sobretodo en la extracción del jugo, el cual tiene múltiples usos pero el más importante es como espumeante en bebidas comerciales [Suárez, 1991] y por sus propiedades anti inflamatorias []. Después de la extracción del jugo, con las fibras sobrantes del fuste producen harina de *Yucca* [CITA encontrar] y la raíz tiene importancia por su contenido esteroideal [Ridura, 1980], las cuales son utilizadas para sintetizar hormonas femeninas con las que producen anticonceptivos, y también tiene utilidad como laxante [Sánchez, 1981].

Lo anterior describe las múltiples utilidades de la *Yucca*, y a su vez, considerando que es de baja reproducción y no de rápido crecimiento, la pone en una situación vulnerable. Aunque su mayor riesgo consiste en que para cubrir con demandas industriales gracias a sus compuestos, ha sido blanco de tala ilegal a grandes volúmenes siendo ésta su mayor amenaza antrópica [].

El 26 de febrero de 2017, se publicó una nota donde informaban que PROFEPA había clausurado un almacén donde estaban generando harina a partir de fuste de *Yucca* sin las debidas autorizaciones otorgadas por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), tomando las debidas medidas legales [El Vigía, 2017]. También el 11 de octubre de 2016, PROFEPA aseguró seis toneladas de fuste de *Yucca* en el ejido Héroes de Baja California [Unimexicali, 2016].

Aun así, un cargamento mucho más grande, de 26 toneladas de fuste de *Yucca*, fue asegurado en noviembre de 2016 en la carretera Ensenada-Lázaro Cárdenas, por el mismo motivo de no portaba con la documentación que certificara su legal procedencia [El Vigia, 2016]. Entre los demás casos que no han salido a la luz, o se les ha dado poca importancia (Ver anexos).

El uso intensivo de *Yucca schidigera* tuvo un volumen de aprovechamiento al año de 1999 de 4000 toneladas con un valor comercial \$215 dls por tonelada y un valor total de \$860,000 dls [SEMARNAP, 2000]. Para que se pueda explotar intensivamente se considera la maduración de corte, cuando el 80% del tallo no presenta hojas y el otro 20% es el que presenta la roseta; de estos, solo el 50% de los tallos maduros se pueden aprovechar, dándoles un ciclo de corte de 15 años y manteniendo un 20% de individuos en distribución regular para mantener su reproducción sexual [(Diario Oficial, 1997) (Castellón-Olivares, 2000)].

La *Yucca schidigera* está bajo la NOM-007-SEMARNAT-1997, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas (Semarnat, 1997). También está contemplada en la NOM-005 de la Semarnat, “que establece los criterios para realizar el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales no maderables existentes en los ecosistemas forestales; bosques de clima templado frío, selvas y zonas áridas y semiáridas-especificaciones técnicas” [Semarnat, 2012]. Y sujeta a la Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable, que tiene por objeto regular, fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país, que de acuerdo con el artículo 165 de la esta ley que dice que se asegurará e impondrá una multa a

quien carezca de la documentación que acredite la legal procedencia de la materia forestal, pareciera no ser suficiente para su vigilancia.

Para promover que Baja California pueda seguir contando con esta valiosa especie, es preciso mencionar que la mayoría de los estudios sobre la *Yucca schidigera* están enfocados a fines químicos y taxonómicos (Carranza-Acevedo, 1997), y solo unos pocos estudios están enfocados a cuestiones ecológicas. En las últimas décadas, la palmilla *Yucca schidigera*, ha despertado interés tanto económico como científico. En el aspecto económico, el aumento de la demanda del mercado ha originado un incremento notable de recursos e infraestructura destinados a la extracción e industrialización de sus productos (Sepúlveda, 1994).

El aprovechamiento de forma comercial de *Yucca schidigera* se ha dado desde 1975, de inicio con la exportación de fuste y posteriormente con la industrialización del extracto hacia el año de 1981, en el que éste comenzó a ser procesado para su exportación, principalmente a E.U. [Sandoval, 1980]. Para su explotación intensiva, es importante contar con conocimiento biológico de la especie, como su fenología, dinámica reproductiva y factores que podrían afectar a la especie, para así no generar un enorme impacto que se refleje en la deficiencia del flujo de información genética poblacional [Castellón y Sepúlveda, 1995, Carranza-Acevedo, 1997]. También existen plantaciones de *Yucca schidigera* en desarrollo, en vida silvestre, su explotación se enfoca en la extracción de troncos maduros con un tiempo de recuperación de 15 años [Sepúlveda, 1994], que podrían no ser suficientes para su óptima recuperación.

La *Yucca* es explotada a lo largo del año, por lo tanto el estatus hídrico de la planta es crítico durante el verano tardío y otoño por estrés de sequía (Sepúlveda, 1993). Esta cuestión pone en riesgo a la población ya que el número de fustes requerido para cumplir con la cantidad de toneladas métricas es mayor [Castellón-Olivares, 2002] a que si el corte sucediera en otra época del año en el que no están bajo este estrés [Información de Agroindustrias del Desierto], Webber en 1953 determinó un crecimiento anual de 2.5 cms anual en condiciones áridas, y que podría incrementar en condiciones de irrigación a 9 cms.

En Baja California los usos extensivos no llegan a ser intensivos debido a la aridez, difícil topografía y factores económicos y culturales [Bullock, 1997]. Los patrones climáticos son de gran importancia en la historia evolutiva de las plantas, la estructura de la vegetación y dinámica de las poblaciones. El patrón climático no se puede considerar estable ya que cada vez es más evidente el cambio en la misma variabilidad climática sin considerar cambios de origen antropogénico que se puedan dar [Bullock, 1997], Hasta ahora, reconstrucciones basadas en anillos del crecimiento de árboles han demostrado periodos de temperaturas anómalas

duran varias décadas y los de precipitación anormal son menores a 10 años con periodos de sequía repetidos de 20 a 100 años [Graumlich, 1993]; sequías extremas pueden durar de 1 a 3 años, con referencia al suroeste de California [Meko et al, 1980].

Factores abióticos

El primer ecotipo, el montano, se caracteriza por poblaciones alrededor de 1400 msnm, con precipitaciones mayores a 300 mm anuales con temperaturas inferiores a 5° C, a este pertenece la zona de La Rumorosa; el ecotipo intermontano se caracteriza por poblaciones a 1300 msnm, precipitaciones alrededor de 400 mm anuales y temperaturas bajas sin llegar a extremas, característico de la zona de Santa Catarina y San Matías; el ecotipo mediterráneo se encuentra aproximadamente a los 1000 msnm, con precipitaciones entre 200 a 250 mm con temperaturas de cálidas a frías, notable en la zona de El Tepi; el ecotipo desértico se define por condiciones de sequía y calor, Carácterístico del Valle de Las Ánimas y San Agustín (Carranza-Acevedo, 1997).

En tipo de suelo que predomina se clasifica como regosoles, con un 85%, xerosoles y yermosoles. El litosol está presente en todas las áreas de *Yucca schidigera* predominando en la Rumorosa y El Tepi; el regosol abunda en Santa Catarina y San Antonio; el Fluvisol en San Matías, y hacia la parte sur se caracterizan los suelos que caracterizan a las zonas áridas que son el Xerosol y el Yermosol, hacia las zonas de San Agustín y Valle de Las Ánimas. Con textura gruesa hacia el norte y media a fina hacia el sur. Con tipos de roca sedimentaria e ígnea predominando en casi todos los núcleos de población de la especie, destacando la roca sedimentaria hacia el sur y la ígnea hacia el norte de la península (Carranza-Acevedo, 1997). En general, en Baja California Norte predominan las rocas intrusivas típicamente granitos o rocas emparentadas (Rzedowski, 2006).

La porosidad es una de las características más importantes del suelo, relacionada con la permeabilidad, estructura y composición química. Ésta última tiene importancia en la retención de nutrientes que son liberados por la degradación de residuos orgánicos, y que son los que la planta requiere para su crecimiento y sobrevivencia. Los regosoles, que son los de mayor extensión, se componen principalmente por arenas del 30 al 70%, y aún menor escala de arcillas y limos, abarca desde sierras y lomeríos, hasta planos y zonas costeras, y pueden tener un espesor entre los 30 y 50 cm. Los xerosoles son casi exclusivos de zonas áridas y semiáridas, en ellos se encuentran los matorrales y pastizales, y tienen un espesor de 30 a 50cm. Los litosoles, compuestos mayormente por

arenas del 60 al 90%, y un bajo porcentaje de arcillas y limos, son predominantemente forestales aunque pueden presentar cualquier tipo de vegetación, y tienen un espesor promedio de 10 a 45 cm. (citas). Algunas llanuras costeras de Baja California pueden presentar deficiencias en el drenaje debido a su escasa pendiente (Rzedowski, 2006).

Adaptación

Se le considera adaptación a toda característica que permita a un organismo a vivir en las condiciones de su hábitat, estos rasgos pueden asegurar cierto grado de éxito permitiendo su sobrevivencia con temperaturas extremas, sequías, parásitos, entre otras. Ocurren por la acción selectiva del medio ambiente y sus orígenes son estrictamente cuestiones de posibilidades. Con estas adaptaciones, los organismos pueden ser más eficientes al utilizar los recursos y, un organismo puede tener más de una adaptación. La simetría radial es adecuada para especies donde sus nutrientes vienen de todas direcciones, las hojas largas y angostas ayudan a que la luz sea mejor captada ya que ésta penetra solo a poca distancia, por lo que requieren mayor cantidad extensión de sus órganos fotosintéticos. La succulencia es otra adaptación que ambiente desértico ha surgido en algunas especies como las cactáceas [].

Las adaptaciones pueden ser solo fisiológicas, por ejemplo la resistencia a la desecación, los rasgos morfológicos son solo expresiones de los procesos fisiológicos para superar algún requerimiento mínimo de adaptación, por ejemplo, el agua puede ser transpirada a través de cutículas gruesas que en una delgada. Estos procesos fisiológicos ocurren por la influencia de la disponibilidad de agua, el calor, disponibilidad de nutrientes, la incidencia de la luz, entre otros. []

Las adaptaciones son procesos para beneficiar a los organismos, pero cuando estas tienden a la especialización, puede que el requerimiento pueda dejar de ser atendido con el tiempo y concluir que la planta sufra para cumplir con este requerimiento, y en casos extremos, desaparecer []. Un ejemplo de esta especialización en la *Yucca schidigera* es que la polinización sólo se da solo por la polilla *Tegeticula yuccasella*. [].

Las variaciones morfológicas inducidas por el ambiente se dan como resultado a la continua exposición en la mayoría del ciclo de vida, aunque los ajustes fisiológicos pueden ocurrir a los pocos días. Frecuentemente las variaciones son benéficas, la exposición a la sequía puede propiciar una

resistencia a la sequía, la sombra desigual propicia la flexión de la planta hacia la luz, otro muy importante es el cambio en la coloración, que puede estar relacionado con el pH del suelo, y generando una mayor resistencia. El Teorema de Chatelier indica que un factor ambiental tiende a incrementar la resistencia de un organismo a una intensificación mayor de dicho factor, aun así, pequeños caracteres fisiológicos suelen ser de gran importancia en la determinación del éxito o del fracaso. [].

Ecotipos

Las adaptaciones podrían ser continuas, llamada ecoclinas, o discontinuas, llamada ecotipos, a éstos últimos también se le puede llamar como razas ecológicas o razas fisiológicas []. Los ecotipos son las unidades básicas de la clasificación genealógica. Una especie puede constar de uno o más ecotipos. La especie puede estar compuesta por una serie de parches poblacionales y cada uno con diferencias en sus características fisiológicas, incluso morfológicas, que tienen una base genética y representan un valor de supervivencia [].

No sólo pueden diferenciarse por factores bióticos, edáficos o microclimáticos, sino que también por extensión de varias zonas climáticas. La especie se puede componer de una cadena de sectores de poblaciones continuas pero diferentes y homogéneas formando los ecotipos, éstos pueden reconocerse como segmentos arbitrariamente definidos que, cuanto más amplios sean los límites ecológicos de la especie, más numerosos podrían ser sus ecotipos, por lo que puede tener preferencias por hábitats diferentes en diferentes regiones y algunos ecotipos pueden tener diferencias notables en apariencia [].

Por lo que para *Yucca schidigera*, se definen 4 ecotipos: montano, intermontano, mediterráneo y desértico [Castellón y Sepúlveda, 1995], distribuidos a lo largo de la península de Baja California (Figura 3) los cuales los definen básicamente por tres factores ambientales que son precipitación, temperatura y altitud (Bracamontes, 1997) que son percibidos como elementos de mayor contraste [Acevedo, 1997]. Aunque permiten fabricar núcleos de población de *Yucca schidigera*, no consideran factores como tipo de suelo, textura, tipo de roca, importantes y que pueden ser muy específicos (Carranza-Acevedo, 1997). Estas definiciones surge de que la *Yucca schidigera* presenta diferencias en cuanto a sus niveles de productividad debido a efectos ambientales, tanto como también características estructurales y diferencias en el ciclo fenológico (Bracamontes, 1997).

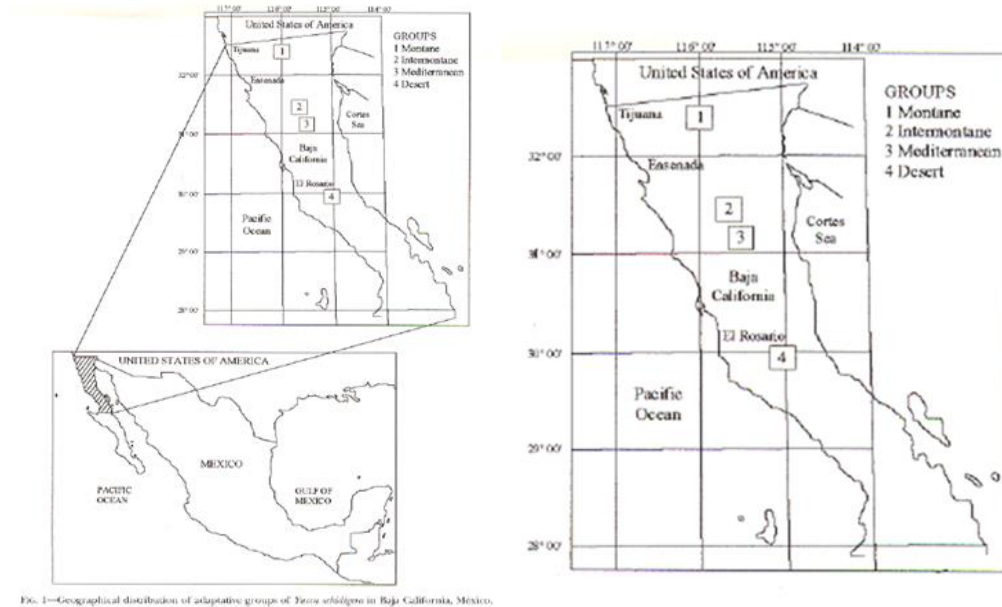


Figura 3: Distribución de los ecotipos *Yucca schidigera* en Baja California (Bracamontes, 1997).

La importancia de plantear estas diferencias entre ecotipos las plantea Cano (1997), manifestando que el ciclo de corte estipulado a no menor de 15 años puede ser una desventaja para los ecotipos de montaña y desértico, ya que por los efectos ambientales, requieren un ciclo de corta más largo en comparación de los intermedios (Carranza-Acevedo, 1997), aunque también aclara que aunque dos poblaciones puedan pertenecer al mismo ecotipo, pueden presentar diferencias en su productividad.

Montano

Según define Cano, las poblaciones montanas de *Yucca schidigera* consisten en las poblaciones más norteñas, en lo que comprende a la Sierra de Juárez y la Rumorosa, con una densidad de población de 150 col/ha, con un promedio de 4.6 tallos por colonia y un promedio de peso de 32.2 kg/col, y una producción total de biomasa de 4,8 toneladas métricas por hectárea. Se encuentran a una altura de 1400m y presentan baja precipitación (150mm), se caracterizan por frecuentes nevadas y 75 días helados anuales, por lo que las plantas están estresadas por el frío, y con las heladas se afectan las inflorescencias

impidiendo la formación de semillas [Castellón, 2000], cuando este daño es más severo, los meristemos apicales se dañan formando colonias de baja estatura y tallos delgados [Castellón, 2000].

La vegetación predominante pertenece al bosque de coníferas, con una cobertura mayor al 60%, dominando especies como *Pinus quadrifolia* y *Quercus dumosa*, también se da una asociación de *Adenostoma sparcifolium*- *Juníperus californica* que corresponde a la transición de bosque de coníferas y chaparral de montaña. Otras especies frecuentes son *Pinus monophylla*, *Rhus ovata* y *Yucca schidigera* [Castellón, 2000].

Efectos de erosión no son representativos y la incorporación de materia orgánica es del doble que el más alto en otros sitios con contenido de nitrógeno bajo (9kg/ha). Otras poblaciones representativas de este ecotipo se encuentran en Buena Vista, Los Compadres, La Perdiz, El Toro, Agua Grande, Teta de la India, La Plasta y Jasay (Bracamontes, 1997).

Intermontano

Las poblaciones Intermontanas son caracterizadas en la parte central de Sierra de Juárez y Sierra San Pedro Mártir, a una altura entre 1,100 a 1350. Presentan colonias de talla grande, con 9.6 tallos por colonia y un promedio de peso de 10.9 kg/tallo, con una producción total de biomasa de 21.56 toneladas métricas por hectárea. Se encuentran a una altura de entre 1,100 a 1,350m, con una precipitación alta de 376mm por lo que el estrés por sequía es reducido, al igual que el estrés por baja temperatura ya que el mínimo de sólo tienen 14.6 días en promedio de heladas al año y la temperatura es más alta que en las poblaciones montañas. Estas poblaciones suelen ser más vigorosas [Castellón, 2000].

La vegetación predominante es Chaparral de montaña, donde la asociación predominante es *Yucca-Adenostoma-Juniperus*, también especies como *Actostaphylos glauca*, *Cercocarpus betuloides*, *Quercus dumosa*, y *Tamnosma montana* se encuentran frecuentemente, en menor medida *Pinus quadrifolia* y *Pinus monophylla*, y algunos especies desérticas como *Agave deserti* [Gentry, 1978], *Echinocereus engelmannii* y *Prosopis glandulosa* se presentan.

Estas poblaciones de *Yucca* se encuentran en laderas y planos, en estas zonas el suelo es aluvial con textura limosa-arenosa y pocas rocas, la materia orgánica es del .40%, que resulta poca en comparación de la zona montana, y suelen tener un contenido fosfórico de aproximadamente 86 kg/ha. Las

poblaciones representativas de este ecotipo se encuentran en Alamar, Tepi, Huico, Santa Catarina, Leyes de Reforma y Jamau [Castellón, 2000].

Mediterráneo

Las poblaciones mediterráneas muestran una densidad aproximada de 190 col/ha, con un promedio de 7.4 fustes por colonia con un peso de 9.28 kg/tallo y una biomasa de 14 toneladas métricas por hectárea (Castellón, 2000) se dan a una altura entre 800 y 1,100m, y su precipitación anual es menor a comparación con otros ecotipos. Estas poblaciones suelen tener impacto por ganado, al producir reducción de inflorescencias y meristemos apicales por ramoneo, también tienen un alto impacto por incendios forestales [Castellón, 2000].

La vegetación predominante suele ser transicional de chaparral de montaña a desierto arbustivo micrófilo. Las asociaciones más notales son de *Prosopis glandulosa*-*Yucca schidigera*-*Simmondsia chinensis*. Otras especies también representativas son *Ephedra californica*, *Ferocactus cylindraceus*(¿), y *Fouquieria splendens*.

Los suelos suelen ser conglomerados, conocidos como litosoles, suelos arenosos y profundos se encuentran sobre todo en planos. Suelen tener buen drenaje aunque son bajos en materia orgánica, y también bajo contenido de nitrógeno. Puede haber mayor humedad en el suelo debido a la distribución de la precipitación de las laderas, este patrón de precipitación puede influir en la producción de biomasa. Poblaciones representativas de este ecotipo se encuentran en San Matías, Valle de la Trinidad, 16 de Septiembre y Sonora-Baja California.

Desértico

Estas poblaciones de *Yucca schidigera* muestran una baja densidad, aproximadamente 47.5 col/ha, 8.7 fustes por colonia y un peso promedio de 13 kg cada uno, aun así, la cantidad de biomasa es de 114.4 kg/col [Castellón, 2000.] Se localizan a partir de una altura de 600m, con una baja precipitación invernal de 124mm/año y periodos de sequía mayores a 4 meses en verano. Las altas temperaturas de estas zonas, que son superiores a 45 C, impacta a la cantidad de semillas y su establecimiento [Hunter et al., 1980; Matuda y Piña, 1980; De Anda y Grijalva, 1985], pero por otro lado, influye positivamente en el desarrollo, peso y tamaño de la *Yucca schidigera*.

Aquí la cobertura vegetal es baja, el tipo de vegetación predominante es de arbusto micrófilo desértico o arbusto sarco caulescente desértico. Aquí las asociaciones predominantes son de *Yucca schidigera* - *Fouquieria columnaris* y *Yucca schidigera*-*Ambrosia dumosa* - *Fouquieria columnaris*, pero también otras especies frecuentes son *Agave deserti*, *Eriogonum fasciculatum*, *Ferocactus sfordii*, *Ferocactus gracilis*, *Fouquieria splendens*, *Larrea tridentata*, *Lycium andersonii*, *Mammillaria dioica*, *Opuntia molesta*, *Pachycereus pringlei*, *Prosopis glandulosa* y *Simmondsia chinensis* (Castellón, 2000)

Se presenta evidente erosión por esta misma escases vegetal, el tipo de suelo suele ser bajo en materia orgánica y ligeramente alcalino, con un pH mayor a 7.96 y menor a 8.1, y con una conductividad eléctrica de 0.68 mmhos/cm que indica una baja salinidad [Castellón, 2000]. Las poblaciones representativas se encuentran al sur de El Rosario incluyendo parte del Valle de los Cirios, que es un área natural protegida. Otros lugares como en El Mármol, El Guayaquil, El Progreso y San Agustín también son representativos de este ecotipo [Castellón, 2000].

Fenología

Se conoce como fenología a la relación de los ciclos o estadios de desarrollo y reproducción con los factores climáticos. Es la consecuencia más notoria de disparidad climática (Rzedowski, 2006), pues en contraste con las poblaciones más norteñas que pueden permanecer latentes o en letargo por bajas temperaturas, las del sur manifiestan estrés por altas temperaturas.

La mayoría de las plantas perenes cesa su crecimiento activo y floración durante periodos los cuales se les conoce como “letargo”. Este inicio de actividad puede darse antes o después según la manifestación adecuada de la temperatura donde la planta se encuentre, y de que esta actividad tiende a iniciar progresivamente más tarde en latitudes y altitudes más altas. Este evento suele darse con una separación de 4 días, aunque pueden presentar variaciones típicamente por la topografía, y otras variantes, tienden a variar según cada grado de latitud y 5 grados de longitud hacia el Este, en Norteamérica, y 13m de altitud. Debido a esto, es importante considerar la manifestación de microclimas, por lo que las plantas que se encuentran en campo abierto son las más adecuadas al compararse entre diferentes lugares en el mismo periodo para trazar mapas fenológicos. [].

La tolerancia de cada especie varía en un intervalo con respecto a factores ambientales, estos límites no son bruscos por lo que se forma un centro donde la

abundancia es mayor y disminuye gradualmente hacia los extremos, según el gradiente del factor ambiental que puede ser desde la intensidad de la luz, disponibilidad de agua, etc. (Carranza-Acevedo, 1997). Se considera que hay diferencias en las poblaciones silvestres de *Yucca schidigera* de Baja California en cuanto a sus niveles de productividad debido a estos factores ambientales, por lo que Castellón y Sepúlveda definen la presencia de los cuatro ecotipos con diferencias en el ciclo fenológico y características dendronométricas propias (Bracamontes, 1997).

Según ha encontrado que el ciclo de *Yucca schidigera* dura 10 meses, de Enero a Octubre, mientras que el periodo reproductivo crítico 6 meses, de Febrero a Julio (Bracamontes, 1997), donde se registran 9 fenofases en la que el letargo es el más prolongado caracterizándose por la aparente ausencia de actividad metabólica, y finaliza con el inicio de crecimiento vegetativo de cogollos en el centro de la roseta [Castellón, 2003] Estas fenofases son:

- Letargo.
- Crecimiento vegetativo activo.
- Inicio de primordios florales.
- Crecimiento de la inflorescencia.
- Floración.
- Antesis.
- Fecundación.
- Fructificación.
- Maduración fisiológica.

Las fenofases se pueden traslapar evidentemente unas con otras pero aun así haciéndose evidente el punto en el que se encuentra (Bracamontes, 1997). La floración en la *Yucca schidigera* se manifiesta de marzo a abril con una inflorescencia de entre 50 a 125 cm (Figura 4) (Carranza-Acevedo, 1997), con flores blancas y globosas, y una coloración purpúrea hacia la base de éstas. La fructificación da como resultado un fruto carnoso, largo y cilíndrico de tamaño entre los 6-8.5cm a 9-11.5 cm de largo por 3-4cm de ancho aproximadamente (Bracamontes, 1997; Carranza-Acevedo, 1997).



Figura 4: Inflorescencia de *Yucca schidigera*.

Como se mencionó anteriormente, *Yucca schidigera* varía considerablemente a lo largo de su distribución por el gradiente latitudinal y altitudinal como respuesta estacional (Bracamontes, 1997) y topográfica. En sitios de mayor altitud el ciclo tiende a ser más corto acompañado de la afectación ocasionada por heladas y bajas temperaturas en etapas críticas de la floración, lo que ocasiona la absorción de estructuras reproductivas, y en consecuencia la interrupción del ciclo de reproducción sexual (Bracamontes, 1997).

Es importante considerar la duración del ciclo fenológico para el manejo del recurso [Cano 1997], la importancia de conocer este ciclo en *Yucca schidigera* consiste en determinar los periodos críticos en su fisiología, cómo se relaciona con

el ambiente y con los organismos asociados, ejemplo la polilla polinizadora *Tegeticula yucasella* también para determinar cuándo el recurso puede ser aprovechado, reproducido o colectado para considerar un plan de manejo (Castellón-Olivares, 2003).

Modelo

Para evaluar la cantidad existente del recurso es necesario realizar estudios dasonómicos y conocer el tiempo de regeneración de las zonas que se han sometido a corte para poder determinar su manejo (Castellón-Olivares, 2003).

El modelo de desarrollo sustentable requiere de puntos básicos como lo son, basarse en el conocimiento biológico de la especie, conocer los sistemas de producción existentes y problemática económica y social, y tener capacidad de resolución de problemas a presentarse (Castellón-Olivares, 2003).

En el trabajo de Castellón (2003), se utilizó el análisis dimensional para determinar las variables dendronométricas de la especie, generando un modelo de regresión de predicción de peso de fuste limpio utilizando parámetros de altura contra altura de fuste limpio, y obteniendo un coeficiente de determinación de 0.94 (Castellón-Olivares, 2003).

Comanor y Clark (1994, 2000), mencionan que las poblaciones de *Yucca* desérticas y de gran altitud presentan muy baja producción de biomasa, por lo que se puede entender que son muy frágiles y debe considerarse el aprovechamiento intensivo y persistente para no lograr en consecuencia el deterioro de éstas poblaciones (Castellón-Olivares, 2003).

Para calcular esta biomasa se han utilizado modelos matemáticos para la obtención de volúmenes. En nuestro caso, para predecir el peso se consideran variables como la altura y el diámetro del fuste. (Figura 5) Para obtener la ecuación de predicción de peso, se utiliza en análisis de regresión lineal y arrojada la ecuación, se puede construir la tabla de predicción de peso.

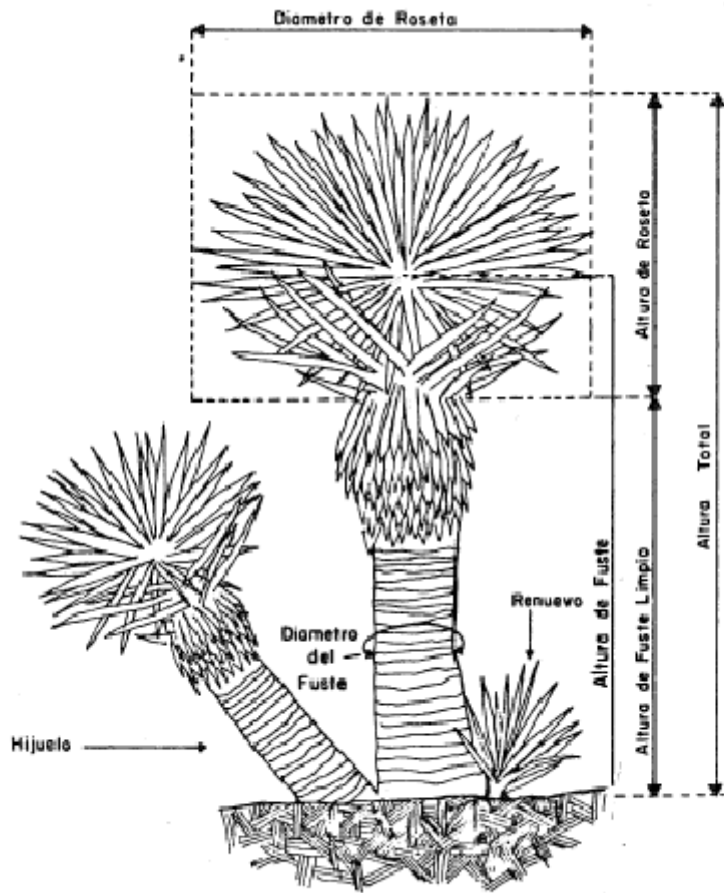


Figura 5: Atributos de *Yucca schidigera*

La primera tabla de predicción de peso calculada para *Yucca schidigera* utilizada fue elaborada en 1984 en valle de la trinidad con una n de 36 individuos [Sepúlveda, 1994]. Castellón generó ecuaciones para cada ecotipo pero a principios del año 2003 de datos obtenidos en 4 lugares localizados por medio del modelo de regresión lineal arrojando las siguientes ecuaciones:

Montano

$$Y1=18.01267+0.12977h-4.2133d \\ 0.0001h^2+0.2005d^2$$

Intermontano

$$Y2=10.86716+0.00950h-2.41402d+0.00051h^2+0.14243d^2$$

Mediterráneo

$$Y3= 19.01226+0.13009h-4.2105d-0.00010h^2+0.13999d^2$$

Desértico

$$Y4= 11.27954+0.00900h-2.39988d+0.00053h^2+0.13999d^2$$

El modelo de regresión lineal es un método cuantitativo que permite determinar la dependencia de valores en un plano X y Y, y de esta forma resulta útil para predecir tendencias. El modelo de regresión lineal múltiple estudia la relación entre una variable de interés o dependiente, y un conjunto de variables explicativas o regresoras, suponiendo que la función de regresión que relaciona las variables independientes con la variable dependiente es lineal, y de la cual, de ésta relación se expresa un coeficiente de determinación (R^2), que es el que define la variabilidad de la variable dependiente [Clifford Blair].

En el caso de la *Yucca schidigera*, el modelo de regresión lineal múltiple está compuesto por la altura y diámetro del fuste como variables independientes, y como variable dependiente el peso.

Para su aprovechamiento, en la tesis de Cano Bracamonte, se mencionan modelos para cada ecotipo para predecir peso tomando en cuenta la altura y diámetro del fuste, más que podría mejorarse si se conocen datos del entorno como el tipo de suelo, altura, y asociación que podría tener la *Yucca*.

MARCO LEGAL

La *Yucca schidigera* se encuentra protegida principalmente por la Norma Oficial Mexicana NOM-005-SEMARNAT-1997 la cual “establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de corteza, tallos y plantas completas de vegetación forestal” (Federación, 2003) [], en la cual destaca la *Yucca* o palmilla dentro de las especies consideradas como no maderables, y cuyo objeto es el de establecer los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas para el aprovechamiento sostenible, transporte y almacenamiento de los sus tallos en poblaciones de plantas naturales [].

Por lo que para realizar este aprovechamiento, se debe presentar un estudio técnico justificativo donde se presente un estudio dasométrico, medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales negativos que pudiera ocasionar el aprovechamiento, y queda sujeto a especificaciones tales como solo aprovechar plantas en la etapa de madurez de cosecha, esta se identificará cuando las colonias tengan individuos desprovistos de hojas verdes en un 80% de su longitud

si la población es homogénea solo aprovechar el 50% de los tallos en madurez de cosecha evitando dañar a individuos jóvenes o brotes, y el ciclo de corta no debe ser menor a 15 años [] [Cano, 1997].

También está contemplada en la ley forestal, la cual es reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia forestal, establece que “ la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de Los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada” [], y que tiene por objeto regular el aprovechamiento de los recursos forestales del país y fomentar su conservación, producción, protección y restauración [].

Las normas a las que se debe sujetar el aprovechamiento de recursos forestales dentro del territorio nacional tienen la finalidad de conservar, proteger y restaurar los recursos forestales y la biodiversidad de sus ecosistemas, prevenir y controlar la erosión del suelo y procurar su restauración, lograr el manejo sostenible de los recursos forestales, en el caso de la *Yucca*, no maderables, para así contribuir al desarrollo socioeconómico de los propietarios de dichos recursos sin afectar la capacidad de regeneración, que se generen las condiciones para la capitalización y modernización de la actividad forestal y generación de empleos, fomentar actividades que apoyen a la conservación, protección y restauración forestal y las plantaciones comerciales, impulsar el desarrollo de infraestructura forestal sin perjudicar la conservación de recursos naturales, y promover la cultura forestal a través de programas educativos, de capacitación, desarrollo tecnológico e investigación en materia forestal [].

La legislación forestal especifica que para otorgar un permiso de aprovechamiento se disponga de un Estudio Técnico Justificativo [Castellón 2003]. El aprovechamiento es basado en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM), por lo que la legislación forestal considera necesario disponer de un plan de manejo para otorgar los permisos de aprovechamiento, aunque estos estudios no consideran detalles como la época adecuada de corte, ciclos de corta, densidad adecuada para que el recurso se encuentre en estado óptimo [(Flores, 1991)]. Además, la omisión de datos como relaciones bióticas, fenología, regeneración, y dinámica reproductiva no permiten tener un equilibrio en los flujos de materia y energía (Bracamontes, 1997).

Cano (1997) plantea la importancia de diferenciar entre ecotipos, donde manifiesta que para *Yucca schidigera* el ciclo de corta no es menor de 15 años según la NOM-005-RECNAT-1997, y esto podría ser una desventaja para los ecotipos más extremos los cuales son los ecotipos de montaña y desértico, debido

a que su ciclo de corta podría ser al menos entre 4 y 5 veces más largo en comparación con los intermedios, como resultado de los efectos ambientales a los que son sometidos por cuestiones geográficas (Carranza-Acevedo, 1997). Y por lo que resulta de suma importancia considerar en modificar la normatividad vigente en cuanto a la definición de madurez de corte e incorporar el concepto de nivel de producción de biomasa y la composición de la colonia promedio (Castellón-Olivares, 2003).

JUSTIFICACIÓN

La especie *Yucca schidigera*, es un recurso que tiene un gran potencial pero casi nula información. Por su amplia distribución, y en consecuencia diferencias ecológicas dentro de ésta, puede implicar diferencias en la abundancia de la precipitación entre zonas, diferencias de temperatura, sustrato, etc, que impliquen cambios en su fenología. Se ha dejado de estudiar sobre esta especie por algo más de una década, por lo que se podrían encontrar cambios importantes con el status del que gozaba entonces a los actuales, más el factor climático actual, otros factores importantes a considerar son:

- Los ecotipos no han sido bien definidos.
- Hay muchos huecos en la información ecológica de la especie.
- Se cree que ha habido cambios en la especie propiciadas por las condiciones actuales de cambio climático.
- Se cree que los modelos realizados anteriormente son obsoletos e insuficientes para el aprovechamiento actual.

Las poblaciones de palmilla que se encuentran en los extremos latitudinales de Baja California, que son las que se desarrollan desierto y en la zona montañosa, son más frágiles que las de zonas intermedias, por lo que se debe considerar extremar precauciones al expedir permisos de aprovechamiento para evitar el deterioro de estas poblaciones (Carranza-Acevedo, 1997). Esta breve delimitación de los ecotipos puede ser útil con otras plantas que se encuentren en la zona.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- Es útil el modelo actual de predicción de peso de *Yucca schidigera* y es conveniente aplicarlo de manera homogénea para el aprovechamiento en las zonas delimitadas como diferentes ecotipos?

Preguntas

- Cómo se distribuyen los ecotipos?
- Qué diferencias morfométricas hay entre ecotipos?
- El modelo actual es funcional para cada ecotipo?

OBJETIVOS

Objetivo general:

- Analizar el modelo actual de predicción de peso de *Yucca schidigera* utilizado con fines de cálculo de volumen o biomasa, con el fin de sugerir adecuaciones que permitan un aprovechamiento sustentable de la especie. -

Objetivos específicos:

- Probar el modelo actual de predicción de peso de *Yucca schidigera* comparando entre diferentes individuos localizados en zonas reconocidas como ecotipos diferentes.

- Sugerir adecuaciones al modelo actual para la predicción de peso con el fin de utilizarlo para realizar el aprovechamiento sustentable de la especie en Baja California.

-

MATERIALES Y MÉTODOS

Levantamiento de datos

La medición se llevó a cabo en patios de las empresas Agroindustrias del Desierto S.A. de C.V. en el poblado El Sauzal y Nature Organic Products S.A. de C.V. en el poblado de Maneadero durante los meses de octubre de 2017 a febrero

de 2018, donde reciben para su procesamiento fustes de *Yucca* de lugares conocidos. También se midieron y pesaron fustes recién cortados en el Ejido Aubanel Vallejo, en el poblado de la Rumorosa, y en el Rancho El Arrastradero, sitios en campo donde se estaba realizando aprovechamiento, con la colaboración de los cortadores para que se nos permitiera medir y pesar mientras cortaban.

Las medidas fueron tomadas con cinta métrica el largo de los fustes en centímetros, y el diámetro en pulgadas con pinza diamétrica como se muestra en las Figura 6 y 7.



Figura 6: Materiales para el levantamiento de datos



Figura 7: Medición de la altura del fuste.

Para pesar los fustes se formó un tripié con una base donde se monta el instrumento de medición de peso, en este caso báscula colgante con capacidad de 300 Kg (Figura 8), con patas de 2m cada una, formadas con tubo de aluminio de $3/4 \times 1/8$ pulgadas, medida óptima para este instrumento por su resistencia y ligereza, una base triangular de no más de 25 cm donde se le montó un tornillo con ojal para colgar de él una cadena, Los fustes fueron tomados al azar, y para suspenderlos debajo de la báscula y ésta pudiera obtener el valor del peso de forma uniforme, es decir, sin que los fustes se inclinaran sobre un lado y pudieran arrastrar y en consecuencia obtener un peso erróneo, se formó una red para distribuir el peso y levantarlos uniformemente y poder ser óptimamente pesados, hecha con material de cinturón de seguridad para carro, con aros en los extremos para poderse enganchar directo al gancho de la báscula (Figura 9), o en caso de que los fustes fueran muy pesados, a un tecele para permitir elevar los fustes con menor esfuerzo.



Figuras 8 y 9: Medición y pesaje de fuste de *Yucca*.

Comprobación del modelo

De los datos levantados en campo, se hizo una base de datos en el programa de Windows Excel, agrupando los datos por ecotipo se encontraron 24 datos para ecotipo montano, 176 para intermontano y 44 para desértico, y con los cuales se realizó un análisis de correlación lineal por muestra y por ecotipo para conocer la tendencia de los datos, de los que cuales, se hizo una poda al 10% para excluir los datos que sobresalieran y así disminuir el error en la tendencia, posteriormente se realizó un análisis de regresión lineal por ecotipo y éste arrojó la ecuación para poder elaborar las tabla de predicción de peso para cada uno.

Una vez generadas las ecuaciones, se hicieron tablas de predicción de peso con las ecuaciones de Sepúlveda (1994) para todos los ecotipos, y con las generadas por Castellón (2003) para cada ecotipo, y se comparó.

ÁREA DE ESTUDIO

Baja California es un estado que se encuentra hacia el suroeste del país limitado por dos litorales, hacia el este con el Golfo de California y hacia el oeste con el Océano Pacífico, y en medio una zona montañosa conocida según su latitud como Sierra de Juárez y Sierra de San Pedro Mártir como las más importantes, zona montañosa la cual capta la humedad de la brisa marina acarreada por los vientos provenientes del Océano Pacífico, siendo beneficiada la porción oeste por la sombra orográfica [].

Las condiciones climáticas y meteorológicas del Pacífico Nororiental están controladas por dos celdas de alta y baja presión atmosférica. La celda de baja presión se sitúa al noroeste de México mientras que la de alta presión se sitúa en el noreste []. La neblina se da más frecuente en verano y otoño aunque puede presentarse en cualquier estación, y puede llegar a ser tan espesa al grado de disminuir la visibilidad, tendiendo a ser débil en invierno. En el otoño e invierno se pueden presentar los “Vientos de Santa Ana” que son vientos cálidos y secos con cielo despejado, cuando son muy intensos pueden provocar el movimiento de grandes cantidades de polvo en el ambiente y generan las condiciones propicias para provocar incendios forestales [].

La mayor parte de la precipitación cae entre octubre y abril pero se han registrado lluvias apreciables en el verano. La precipitación total anual disminuye de norte al sur, en forma continua. Según el sistema de climadiagramas [Walter et al. 1975], se presentan dos meses de precipitación considerable en Ensenada y ninguno en el Rosario (30,06° N) donde se marca el límite del clima tipo mediterráneo. Se considera una región de ecosistemas tipo mediterráneo desde la frontera hasta c. 30 grados N, donde termina la cordillera [(Bullock, 1997)].

El clima se caracteriza por tres regiones climáticas principales: Clima templado subhúmedo con lluvias en invierno mayor al 36% del total; clima seco mediterráneo, templado, con lluvias invernales mayor al 36%; y clima muy seco templado, con lluvias en invierno con porcentaje de precipitación menor al 36%. La temperatura media más baja registrada es del -2.6 °C en el ejido Aubanel Vallejo Zona Norte, y el rango máximo es de 36°C en el ejido Revolución en la zona sur. En cuanto a precipitaciones, la región del Tepi registró las más altas precipitaciones con 391mm y la más baja el Revolución (Carranza-Acevedo, 1997). Característico del Desierto Sonorense, dentro de la región Neártico-Neotropical [Wallace, 1986].

Los climas que rigen en la parte septentrional de la península se clasifican como Clima Seco Desértico (BWbs), que es un clima cálido con invierno fresco y lluvioso y temperatura media anual de 18 a 22°C. Este clima es común de planicies o valles con altitud menor a los 1000msnm, en donde cambia a Clima

Seco Estepario (BSk(s)(e)), que es un clima templado con verano cálido con temperatura media anual de 16°C, con lluvias invernales (Velasco, 1992).

La vegetación característica es el chaparral, bosque piñonero y matorral desértico y matorral costero, donde se pueden encontrar especies como el *Erogonium fasciculatum*, *Artemisia californica*, *Adenostoma fasciculatum*, entre otras. La vegetación de Encino-Pino predomina en núcleos de población con altitud arriba de los 1300 msnm como lo son en la Rumorosa y El Tepi, y junto con chaparral predominan en la parte norte del estado, la vegetación del tipo desértico, Rosetófilo costero, Rosetófilo y Micrófilo se manifiestan en San Antonio, Valle de Las Ánimas y San Agustín, básicamente se puede decir que estos tipos de vegetación son el resultado de variables como precipitación, temperatura, suelo y altitud (Carranza-Acevedo, 1997). La cobertura del suelo se podría mencionar que es la característica biológica más importante de los ecosistemas. La cobertura afecta la estabilidad del sustrato seco, el escurrimiento y la infiltración [(Rice et al. 1969, Rice 1982, Florsheim et al. 1991) (Curry 1984)], por lo que es crítica, por lo que se puede clasificar como: hojarasca, herbáceas y arbustos y/o árboles [Bullock, 1997].

La *Yucca schidigera* se distribuye principalmente en la porción oeste de la península, en un gradiente altitudinal de norte a sur, con una altitud desde los 1400 msnm en la parte norte hasta 600 msnm en la parte sur [(Carranza-Acevedo, 1997)], aunque rara vez se puede encontrar en los alrededores de la ciudad de Ensenada con una altura apenas de 100 msnm (Castellón-Olivares, 2003). Bullock afirma que “El nicho definido por el medio físico difiere entre especies de una misma asociación florística, además de que las asociaciones son difíciles de determinar además de ser transitorias”. Los orígenes de la flora y de las formas de vida típicas eran en climas distintos al mediterráneo [Bullock, 1997].

RESULTADOS

Modelo

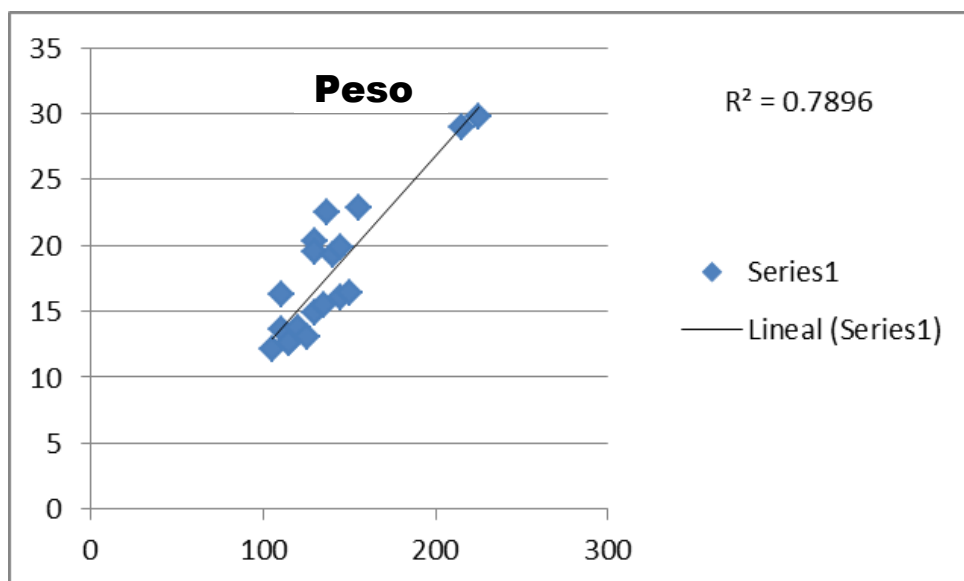
|



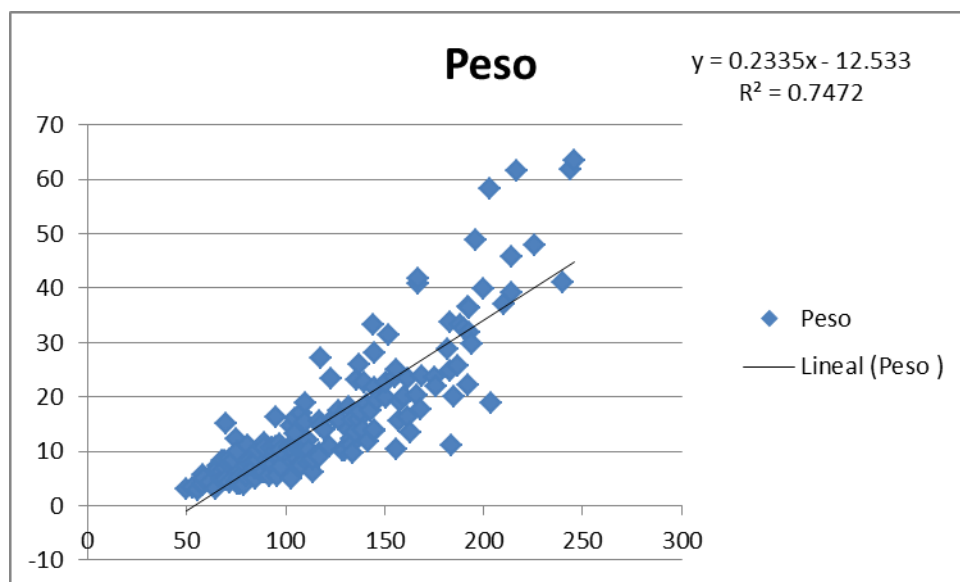
Foto: Patio de Agroindustrias del Desierto



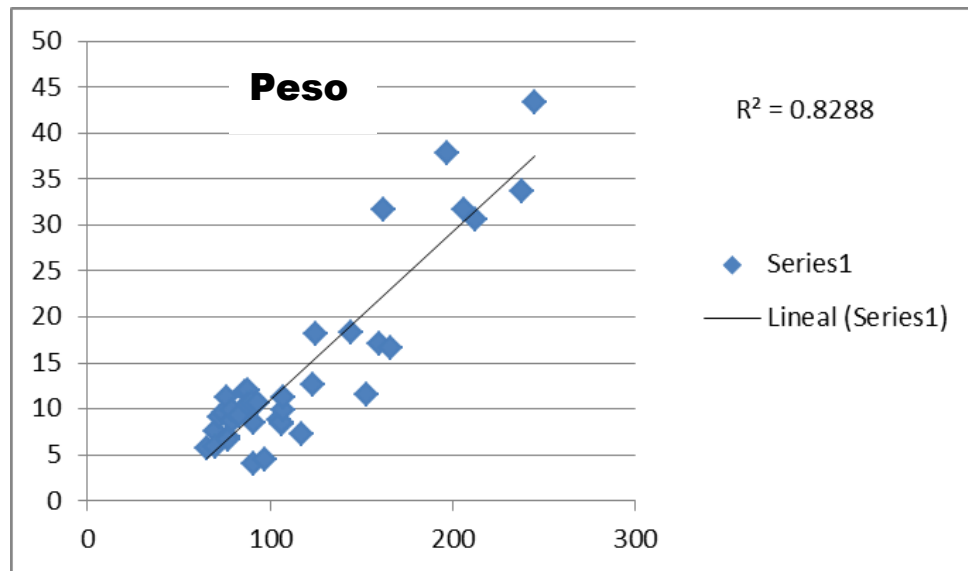
Foto: Patio de Natural OrganicsProducts



Grafica 1: Tendencia central de Ecotipo Montano



Grafica 2: Gráfica de tendencia central del ecotipo Intermontano



Gráfica 3: Gráfica de tendencia central perteneciente al ecotipo desértico

DISCUSIÓN

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES DE MANEJO

REFERENCIAS

- Bracamontes, C. A. C. (1997). *Productividad de Fitomasa Aerea Aprovechable y su Efecto en la Capacidad de Reproducción Sexual de Yucca schidigera K.E. Ortgies, en Baja California*. Universidad Autónoma de Baja California.
- Carranza-Acevedo, R. A. (1997). *Caracterización Ecológico-Silvícola de Poblaciones de Yucca schidigera con Potencial de Aprovechamiento en Baja California.pdf*. Universidad Autónoma de Baja California.
- Castellón-Olivares, J. de J. (2003). *Modelo para el Manejo Sostenido de los Recursos Forestales No Maderables: Estudio de Caso Yucca schidigera Roezl ex Ortgies en*

Baja California. Universidad Nacional Autónoma de México.

Federación, D. O. de la. (2003). Norma Oficial Mexicana NOM-005-Semarnat-1997. *Diario Oficial de La Federación*.

Granados-Sánchez, D. (1998). YUCCA " Izote " DEL DESIERTO, 4(1), 179–192.

Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. (CONABIO, Ed.) (1ra Edició). México.

Retrieved from

<http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMxPort.pdf>

Sepúlveda, J. I. (1994). La Palmilla Yucca schidigera en Baja California, 43.

Velasco, F. G. (1992). *Aprovechamiento Actual y Potencial de Palmilla Yucca schidigera (Roehl.) en el estado de Baja California*. Universidad Autónoma de Chapingo.

ANEXOS

Tablas sobre predicción de peso reproducidas a partir de los modelos de Sepúlveda y Castellón

Altura/Diam	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
50	3.31	3.57	4.15	5.05	6.28	7.84	9.72	11.93	14.47	17.33	20.51	24.03	27.87	32.03	36.52	41.34
60	3.71	3.96	4.54	5.45	6.68	8.24	10.12	12.33	14.86	17.72	20.91	24.42	28.26	32.43	36.92	41.73
70	4.24	4.49	5.07	5.97	7.20	8.76	10.64	12.85	15.39	18.25	21.44	24.95	28.79	32.95	37.44	42.26
80	4.89	5.14	5.72	6.63	7.86	9.41	11.30	13.51	16.04	18.90	22.09	25.60	29.44	33.60	38.09	42.91
90	5.67	5.92	6.50	7.41	8.64	10.19	12.08	14.29	16.82	19.68	22.87	26.38	30.22	34.38	38.88	43.69
100	6.58	6.83	7.41	8.31	9.55	11.10	12.99	15.19	17.73	20.59	23.78	27.29	31.13	35.29	39.78	44.60
110	7.61	7.87	8.45	9.35	10.58	12.14	14.02	16.23	18.77	21.63	24.81	28.33	32.17	36.33	40.82	45.64
120	8.78	9.03	9.61	10.52	11.75	13.30	15.19	17.40	19.93	22.79	25.98	29.49	33.33	37.49	41.99	46.80
130	10.07	10.32	10.90	11.81	13.04	14.60	16.48	18.69	21.22	24.08	27.27	30.78	34.62	38.79	43.28	48.09
140	11.49	11.75	12.32	13.23	14.46	16.02	17.90	20.11	22.64	25.51	28.69	32.20	36.04	40.21	44.70	49.52
150	13.04	13.29	13.87	14.78	16.01	17.57	19.45	21.66	24.19	27.05	30.24	33.75	37.59	41.76	46.25	51.06
160	14.72	14.97	15.55	16.45	17.69	19.24	21.13	23.33	25.87	28.73	31.92	35.43	39.27	43.43	47.92	52.74
170	16.52	16.78	17.35	18.26	19.49	21.05	22.93	25.14	27.67	30.54	33.72	37.23	41.07	45.24	49.73	54.55
180	18.45	18.71	19.29	20.19	21.42	22.98	24.86	27.07	29.61	32.47	35.65	39.17	43.01	47.17	51.66	56.48
190	20.52	20.77	21.35	22.25	23.48	25.04	26.92	29.13	31.67	34.53	37.72	41.23	45.07	49.23	53.72	58.54
200	22.70	22.96	23.54	24.44	25.67	27.23	29.11	31.32	33.86	36.72	39.90	43.42	47.26	51.42	55.91	60.73
210	25.02	25.27	25.85	26.76	27.99	29.55	31.43	33.64	36.17	39.03	42.22	45.73	49.57	53.74	58.23	63.04
220	27.47	27.72	28.30	29.20	30.43	31.99	33.87	36.08	38.62	41.48	44.67	48.18	52.02	56.18	60.67	65.49
230	30.04	30.29	30.87	31.78	33.01	34.56	36.45	38.66	41.19	44.05	47.24	50.75	54.59	58.75	63.25	68.06
240	32.74	32.99	33.57	34.48	35.71	37.26	39.15	41.36	43.89	46.75	49.94	53.45	57.29	61.46	65.95	70.76
250	35.57	35.82	36.40	37.31	38.54	40.09	41.98	44.19	46.72	49.58	52.77	56.28	60.12	64.28	68.77	73.59
260	38.52	38.78	39.36	40.26	41.49	43.05	44.93	47.14	49.68	52.54	55.72	59.24	63.08	67.24	71.73	76.55
270	41.61	41.86	42.44	43.35	44.58	46.13	48.02	50.23	52.76	55.62	58.81	62.32	66.16	70.33	74.82	79.63
280	44.82	45.07	45.65	46.56	47.79	49.35	51.23	53.44	55.97	58.84	62.02	65.53	69.37	73.54	78.03	82.85
290	48.16	48.42	48.99	49.90	51.13	52.69	54.57	56.78	59.31	62.18	65.36	68.88	72.71	76.88	81.37	86.19
300	51.63	51.88	52.46	53.37	54.60	56.16	58.04	60.25	62.78	65.64	68.83	72.34	76.18	80.35	84.84	89.65

Tabla 1: Reproducción de la tabla de predicción de peso general según el modelo de Sepúlveda (1994).

Altura/Diam	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
50	2.67	2.67	3.06	3.86	5.06	6.66	8.67	11.07	13.87	17.08	20.69	24.69	29.10	33.91	39.12	44.73
60	4.08	4.07	4.47	5.27	6.47	8.07	10.07	12.48	15.28	18.49	22.09	26.10	30.51	35.32	40.53	46.14
70	5.50	5.50	5.90	6.70	7.90	9.50	11.50	13.90	16.71	19.91	23.52	27.53	31.94	36.75	41.96	47.57
80	6.95	6.95	7.35	8.15	9.35	10.95	12.95	15.35	18.16	21.36	24.97	28.98	33.38	38.19	43.40	49.01
90	8.42	8.42	8.81	9.61	10.81	12.41	14.42	16.82	19.62	22.83	26.44	30.44	34.85	39.66	44.87	50.48
100	9.91	9.90	10.30	11.10	12.30	13.90	15.90	18.31	21.11	24.32	27.92	31.93	36.34	41.15	46.36	51.97
110	11.41	11.41	11.81	12.61	13.81	15.41	17.41	19.82	22.62	25.83	29.43	33.44	37.85	42.66	47.87	53.48
120	12.94	12.94	13.34	14.14	15.34	16.94	18.94	21.34	24.15	27.35	30.96	34.97	39.37	44.18	49.39	55.01
130	14.49	14.49	14.89	15.68	16.88	18.49	20.49	22.89	25.70	28.90	32.51	36.51	40.92	45.73	50.94	56.55
140	16.06	16.05	16.45	17.25	18.45	20.05	22.06	24.46	27.26	30.47	34.07	38.08	42.49	47.30	52.51	58.12
150	17.65	17.64	18.04	18.84	20.04	21.64	23.64	26.05	28.85	32.06	35.66	39.67	44.08	48.89	54.10	59.71
160	19.25	19.25	19.65	20.45	21.65	23.25	25.25	27.65	30.46	33.66	37.27	41.28	45.69	50.49	55.70	61.32
170	20.88	20.88	21.28	22.08	23.28	24.88	26.88	29.28	32.09	35.29	38.90	42.90	47.31	52.12	57.33	62.94
180	22.53	22.53	22.92	23.72	24.92	26.52	28.53	30.93	33.73	36.94	40.55	44.55	48.96	53.77	58.98	64.59
190	24.20	24.19	24.59	25.39	26.59	28.19	30.19	32.60	35.40	38.61	42.21	46.22	50.63	55.44	60.65	66.26
200	25.88	25.88	26.28	27.08	28.28	29.88	31.88	34.29	37.09	40.29	43.90	47.91	52.32	57.13	62.34	67.95
210	27.59	27.59	27.99	28.79	29.99	31.59	33.59	35.99	38.80	42.00	45.61	49.62	54.02	58.83	64.04	69.65
220	29.32	29.32	29.71	30.51	31.71	33.32	35.32	37.72	40.52	43.73	47.34	51.34	55.75	60.56	65.77	71.38
230	31.07	31.06	31.46	32.26	33.46	35.06	37.06	39.47	42.27	45.48	49.08	53.09	57.50	62.31	67.52	73.13
240	32.83	32.83	33.23	34.03	35.23	36.83	38.83	41.24	44.04	47.25	50.85	54.86	59.27	64.08	69.29	74.90
250	34.62	34.62	35.02	35.82	37.02	38.62	40.62	43.02	45.83	49.03	52.64	56.65	61.05	65.86	71.07	76.69
260	36.43	36.43	36.83	37.63	38.82	40.43	42.43	44.83	47.64	50.84	54.45	58.45	62.86	67.67	72.88	78.49
270	38.26	38.25	38.65	39.45	40.65	42.25	44.26	46.66	49.46	52.67	56.27	60.28	64.69	69.50	74.71	80.32
280	40.11	40.10	40.50	41.30	42.50	44.10	46.10	48.51	51.31	54.52	58.12	62.13	66.54	71.35	76.56	82.17
290	41.97	41.97	42.37	43.17	44.37	45.97	47.97	50.37	53.18	56.38	59.99	64.00	68.41	73.21	78.42	84.04
300	43.86	43.86	44.26	45.06	46.26	47.86	49.86	52.26	55.07	58.27	61.88	65.88	70.29	75.10	80.31	85.92

Tabla 2: Tabla de predicción de peso para el ecotipo montano según el modelo de Castellón.

Altura/Diam	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
50	2.72	3.30	4.16	5.31	6.74	8.46	10.46	12.75	15.32	18.17	21.31	24.74	28.45	32.44	36.72	41.29
60	3.38	3.96	4.82	5.97	7.40	9.12	11.12	13.40	15.97	18.83	21.97	25.40	29.11	33.10	37.38	41.95
70	4.14	4.72	5.58	6.73	8.16	9.87	11.88	14.16	16.73	19.59	22.73	26.15	29.87	33.86	38.14	42.71
80	5.00	5.58	6.44	7.59	9.02	10.73	12.74	15.02	17.59	20.45	23.59	27.02	30.73	34.72	39.00	43.57
90	5.96	6.54	7.40	8.55	9.98	11.70	13.70	15.99	18.56	21.41	24.55	27.98	31.69	35.68	39.96	44.53
100	7.03	7.61	8.47	9.61	11.05	12.76	14.76	17.05	19.62	22.48	25.62	29.04	32.75	36.75	41.03	45.59
110	8.20	8.77	9.63	10.78	12.21	13.93	15.93	18.22	20.79	23.64	26.78	30.21	33.92	37.92	42.20	46.76
120	9.46	10.04	10.90	12.05	13.48	15.20	17.20	19.49	22.06	24.91	28.05	31.48	35.19	39.18	43.47	48.03
130	10.84	11.41	12.27	13.42	14.85	16.57	18.57	20.86	23.43	26.28	29.42	32.85	36.56	40.56	44.84	49.40
140	12.31	12.89	13.75	14.89	16.33	18.04	20.04	22.33	24.90	27.76	30.90	34.32	38.03	42.03	46.31	50.87
150	13.88	14.46	15.32	16.47	17.90	19.62	21.62	23.90	26.48	29.33	32.47	35.90	39.61	43.60	47.88	52.45
160	15.56	16.14	17.00	18.15	19.58	21.29	23.30	25.58	28.15	31.01	34.15	37.57	41.29	45.28	49.56	54.13
170	17.34	17.92	18.78	19.92	21.36	23.07	25.07	27.36	29.93	32.79	35.93	39.35	43.06	47.06	51.34	55.90
180	19.22	19.80	20.66	21.81	23.24	24.95	26.96	29.24	31.81	34.67	37.81	41.23	44.95	48.94	53.22	57.79
190	21.20	21.78	22.64	23.79	25.22	26.94	28.94	31.22	33.80	36.65	39.79	43.22	46.93	50.92	55.20	59.77
200	23.29	23.86	24.73	25.87	27.31	29.02	31.02	33.31	35.88	38.74	41.88	45.30	49.01	53.01	57.29	61.85
210	25.47	26.05	26.91	28.06	29.49	31.21	33.21	35.50	38.07	40.92	44.06	47.49	51.20	55.20	59.48	64.04
220	27.76	28.34	29.20	30.35	31.78	33.50	35.50	37.78	40.36	43.21	46.35	49.78	53.49	57.48	61.76	66.33
230	30.15	30.73	31.59	32.74	34.17	35.89	37.89	40.18	42.75	45.60	48.74	52.17	55.88	59.87	64.16	68.72
240	32.65	33.22	34.09	35.23	36.66	38.38	40.38	42.67	45.24	48.10	51.24	54.66	58.37	62.37	66.65	71.21
250	35.24	35.82	36.68	37.83	39.26	40.98	42.98	45.26	47.83	50.69	53.83	57.26	60.97	64.96	69.24	73.81
260	37.94	38.52	39.38	40.52	41.96	43.67	45.67	47.96	50.53	53.39	56.53	59.95	63.66	67.66	71.94	76.50
270	40.74	41.32	42.18	43.32	44.76	46.47	48.47	50.76	53.33	56.19	59.33	62.75	66.46	70.46	74.74	79.30
280	43.64	44.22	45.08	46.22	47.66	49.37	51.37	53.66	56.23	59.09	62.23	65.65	69.36	73.36	77.64	82.20
290	46.64	47.22	48.08	49.23	50.66	52.38	54.38	56.66	59.23	62.09	65.23	68.66	72.37	76.36	80.64	85.21
300	49.75	50.32	51.19	52.33	53.76	55.48	57.48	59.77	62.34	65.20	68.34	71.76	75.47	79.47	83.75	88.31

Tabla 3: Tabla de predicción de peso para el ecotipo intermontano según el modelo de Castellón.

Altura/Diam	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
50	3.72	3.72	4.12	4.92	6.13	7.73	9.74	12.14	14.95	18.16	21.77	25.78	30.20	35.01	40.23	45.84
60	5.13	5.13	5.53	6.33	7.54	9.14	11.15	13.56	16.36	19.57	23.18	27.20	31.61	36.42	41.64	47.25
70	6.56	6.56	6.96	7.76	8.97	10.57	12.58	14.99	17.79	21.00	24.61	28.63	33.04	37.85	43.07	48.68
80	8.01	8.01	8.41	9.21	10.42	12.02	14.03	16.44	19.25	22.45	26.07	30.08	34.49	39.30	44.52	50.13
90	9.48	9.48	9.88	10.69	11.89	13.49	15.50	17.91	20.72	23.93	27.54	31.55	35.96	40.77	45.99	51.61
100	10.97	10.97	11.37	12.18	13.38	14.99	16.99	19.40	22.21	25.42	29.03	33.04	37.45	42.27	47.48	53.10
110	12.48	12.48	12.88	13.69	14.89	16.50	18.50	20.91	23.72	26.93	30.54	34.55	38.96	43.78	48.99	54.61
120	14.01	14.01	14.41	15.22	16.42	18.03	20.03	22.44	25.25	28.46	32.07	36.08	40.49	45.31	50.52	56.14
130	15.56	15.56	15.97	16.77	17.97	19.58	21.58	23.99	26.80	30.01	33.62	37.63	42.04	46.86	52.07	57.69
140	17.13	17.13	17.54	18.34	19.54	21.15	23.16	25.56	28.37	31.58	35.19	39.20	43.62	48.43	53.64	59.26
150	18.72	18.73	19.13	19.93	21.13	22.74	24.75	27.15	29.96	33.17	36.78	40.79	45.21	50.02	55.23	60.85
160	20.34	20.34	20.74	21.54	22.75	24.35	26.36	28.76	31.57	34.78	38.39	42.40	46.82	51.63	56.85	62.46
170	21.97	21.97	22.37	23.17	24.38	25.98	27.99	30.40	33.20	36.41	40.02	44.04	48.45	53.26	58.48	64.09
180	23.62	23.62	24.02	24.82	26.03	27.63	29.64	32.05	34.85	38.06	41.67	45.69	50.10	54.91	60.13	65.74
190	25.29	25.29	25.69	26.49	27.70	29.30	31.31	33.72	36.53	39.73	43.35	47.36	51.77	56.58	61.80	67.41
200	26.98	26.98	27.38	28.19	29.39	30.99	33.00	35.41	38.22	41.43	45.04	49.05	53.46	58.27	63.49	69.11
210	28.69	28.69	29.09	29.90	31.10	32.71	34.71	37.12	39.93	43.14	46.75	50.76	55.17	59.99	65.20	70.82
220	30.42	30.42	30.82	31.63	32.83	34.44	36.44	38.85	41.66	44.87	48.48	52.49	56.90	61.72	66.93	72.55
230	32.17	32.17	32.57	33.38	34.58	36.19	38.19	40.60	43.41	46.62	50.23	54.24	58.65	63.47	68.68	74.30
240	33.94	33.94	34.35	35.15	36.35	37.96	39.96	42.37	45.18	48.39	52.00	56.01	60.42	65.24	70.45	76.07
250	35.73	35.73	36.14	36.94	38.14	39.75	41.76	44.16	46.97	50.18	53.79	57.80	62.22	67.03	72.24	77.86
260	37.54	37.55	37.95	38.75	39.95	41.56	43.57	45.97	48.78	51.99	55.60	59.61	64.03	68.84	74.05	79.67
270	39.38	39.38	39.78	40.58	41.79	43.39	45.40	47.80	50.61	53.82	57.43	61.44	65.86	70.67	75.89	81.50
280	41.23	41.23	41.63	42.43	43.64	45.24	47.25	49.66	52.46	55.67	59.28	63.30	67.71	72.52	77.74	83.35
290	43.10	43.10	43.50	44.30	45.51	47.11	49.12	51.53	54.33	57.54	61.15	65.17	69.58	74.39	79.61	85.22
300	44.99	44.99	45.39	46.19	47.40	49.00	51.01	53.42	56.23	59.43	63.05	67.06	71.47	76.28	81.50	87.11

Tabla 4: Tabla de predicción de peso para el ecotipo mediterráneo según Castellón.

Altura/Diam	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
50	14.98	15.52	16.34	17.44	18.82	20.48	22.42	24.64	27.14	29.92	32.98	36.32	39.94	43.84	48.02	52.48
60	20.90	21.44	22.26	85.76	91.94	98.40	105.14	112.15	119.45	127.03	134.89	143.03	151.45	160.15	169.13	178.39
70	27.88	28.42	29.24	92.74	98.92	105.38	112.12	119.13	126.43	134.01	141.87	150.01	158.43	167.13	176.11	185.37
80	35.92	36.46	37.28	100.78	106.96	113.42	120.16	127.17	134.47	142.05	149.91	158.05	166.47	175.17	184.15	193.41
90	45.02	45.56	46.38	109.88	116.06	122.52	129.26	136.27	143.57	151.15	159.01	167.15	175.57	184.27	193.25	202.51
100	55.18	55.72	56.54	120.04	126.22	132.68	139.42	146.43	153.73	161.31	169.17	177.31	185.73	194.43	203.41	212.67
110	66.40	66.94	67.76	131.26	137.44	143.90	150.64	157.65	164.95	172.53	180.39	188.53	196.95	205.65	214.63	223.89
120	78.68	79.22	80.04	143.54	149.72	156.18	162.92	169.93	177.23	184.81	192.67	200.81	209.23	217.93	226.91	236.17
130	92.02	92.56	93.38	156.88	163.06	169.52	176.26	183.27	190.57	198.15	206.01	214.15	222.57	231.27	240.25	249.51
140	106.42	106.96	107.78	171.28	177.46	183.92	190.66	197.67	204.97	212.55	220.41	228.55	236.97	245.67	254.65	263.91
150	121.88	122.42	123.24	186.74	192.92	199.38	206.12	213.13	220.43	228.01	235.87	244.01	252.43	261.13	270.11	279.37
160	138.40	138.94	139.76	203.26	209.44	215.90	222.64	229.65	236.95	244.53	252.39	260.53	268.95	277.65	286.63	295.89
170	155.98	156.52	157.34	220.84	227.02	233.48	240.22	247.23	254.53	262.11	269.97	278.11	286.53	295.23	304.21	313.47
180	174.62	175.16	175.98	239.48	245.66	252.12	258.86	265.87	273.17	280.75	288.61	296.75	305.17	313.87	322.85	332.11
190	194.32	194.86	195.68	259.18	265.36	271.82	278.56	285.57	292.87	300.45	308.31	316.45	324.87	333.57	342.55	351.81
200	215.08	215.62	216.44	279.94	286.12	292.58	299.32	306.33	313.63	321.21	329.07	337.21	345.63	354.33	363.31	372.57
210	236.90	237.44	238.26	301.76	307.94	314.40	321.14	328.15	335.45	343.03	350.89	359.03	367.45	376.15	385.13	394.39
220	259.78	260.32	261.14	324.64	330.82	337.28	344.02	351.03	358.33	365.91	373.77	381.91	390.33	399.03	408.01	417.27
230	283.72	284.26	285.08	348.58	354.76	361.22	367.96	374.97	382.27	389.85	397.71	405.85	414.27	422.97	431.95	441.21
240	308.72	309.26	310.08	373.58	379.76	386.22	392.96	399.97	407.27	414.85	422.71	430.85	439.27	447.97	456.95	466.21
250	334.78	335.32	336.14	399.64	405.82	412.28	419.02	426.03	433.33	440.91	448.77	456.91	465.33	474.03	483.01	492.27
260	361.90	362.44	363.26	426.76	432.94	439.40	446.14	453.15	460.45	468.03	475.89	484.03	492.45	501.15	510.13	519.39
270	390.08	390.62	391.44	454.94	461.12	467.58	474.32	481.33	488.63	496.21	504.07	512.21	520.63	529.33	538.31	547.57
280	419.32	419.86	420.68	484.18	490.36	496.82	503.56	510.57	517.87	525.45	533.31	541.45	549.87	558.57	567.55	576.81
290	449.62	450.16	450.98	514.48	520.66	527.12	533.86	540.87	548.17	555.75	563.61	571.75	580.17	588.87	597.85	607.11
300	480.98	481.52	482.34	545.84	552.02	558.48	565.22	572.23	579.53	587.11	594.97	603.11	611.53	620.23	629.21	638.47

Tabla 5: Tabla de predicción de peso para el ecotipo desértico según el modelo de Castellón.

Notas periodísticas sobre decomisos

Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

CLAUSURA PROFEPA CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE MATERIAS PRIMAS FORESTALES EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) clausuró de manera total temporal un Centro de Almacenamiento y Transformación de materias primas forestales (CAT), en el municipio de Ensenada, Baja California, debido a que no contaba con la autorización de funcionamiento en materia forestal emitida por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).



CLAUSURA PROFEPA CENTRO DE ALMACENAMIENTO Y TRANSFORMACIÓN DE MATERIAS PRIMAS FORESTALES EN ENSENADA, BAJA CALIFORNIA

Autor: Procuraduría Federal de Protección al Ambiente

Fecha de publicación: 25 de febrero de 2017

Categoría: Comunicado

+ Asegura también 6,300 litros de extracto y 4,540 kilogramos de harina, de Palmilla del Desierto, así como la maquinaria con la cual se procesaba.

Personal de la Delegación de la PROFEPA en la entidad realizó una visita de inspección al CAT "California Extracts", ubicado dentro del Ejido Nacionalista Sánchez Taboada, Delegación Municipal Maneadero, en el cual se sorprendió a tres personas realizando lageneración de harina a partir de Palmilla del Desierto (*Yucca schidigera*).

Durante dicha visita se requirió al inspeccionado la documentación para acreditar el legal funcionamiento del centro de almacenamiento, así como de la legal procedencia del jugo o extracto de Palmilla y de la harina o polvo de Palmilla del Desierto (*Yucca schidigera*), sin embargo, no exhibió dichos documentos.

Por lo anterior, conforme al artículo 161, fracciones I, II y III de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), se ordenó como medida de seguridad, el aseguramiento precautorio de 6,300 litros de jugo o extracto, así como 4,540 kilogramos de harina o polvo de Palmilla del Desierto (*Yucca schidigera*), asimismo se impuso la clausura total temporal del CAT y se determinó la suspensión total temporal de las actividades que realizaba.

Es importante señalar que la infraestructura del CAT consistía en un área de reparación de maquinaria, un almacén general, un almacén de harina de Palmilla y un área de molino que contenía diversa maquinaria inherente al funcionamiento y operación del mismo, la cual también fue asegurada precautoriamente.

Con este tipo de acciones, la PROFEPA reitera su compromiso para realizar de forma permanente operativos de combate de la tala ilegal, transporte y comercio ilegales de materias primas, productos forestales, con objeto de preservar bosques y selvas nacionales.

<https://www.gob.mx/profepa/prensa/clausura-profepa-centro-de-almacenamiento-y-transformacion-de-materias-primas-forestales-en-ensenada-baja-california>

EL VALLE

Incauta la Profepa tallo de palmilla

La planta endémica conocida como yuca desértica fue detectada cuando era transportada por un tractocamión

Martes, 06 de junio de 2017



El tallo de la yuca estaba adentro de una caja de tráiler en la delegación de Punta Colonet.

Jorge
jperzabal@elvigia.net/San

Perzabal/EL
Quintín,

VALLE
B.C

Personal de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), decomisó 26 kilos de fustes o tallos de Palmilla del Desierto (*Yucca schidigera*) que era transportada en un tráiler en el ejido Díaz Ordaz en la delegación de Punta Colonet.

Según la información proporcionada por personal de Profepa, se detectó un tractocamión estacionado color guinda, con caja trasera cerrada de color azul y blanco, mismo que contaba con insignias en sus puertas delanteras "Transportes Cousiño".

Debido a que, los inspectores federales percibieron que de la caja del tráiler se desprendía un olor fuerte característico al recurso forestal no maderable consistente en palmilla, procedieron a revisar la carga.

En el interior de su caja se encontraron fustes o tallos de la yuca, que por sus características físicas y morfológicas fueron reconocidas.

Ante tal hecho, se le requirió al chofer el documento oficial mediante el cual acreditara la legal procedencia del recurso forestal no maderable, mostrando una remisión forestal, desprendida supuestamente de un aprovechamiento autorizado.

Es importante señalar que dicha remisión forestal carecía de información sobre destinatario, saldos, vehículo de transporte, entre otros, por ello, se ordenó como medida de seguridad el "aseguramiento precautorio" del cargamento y del vehículo tracto camión.

Planta **endémica**
La Palmilla del Desierto (*Yucca schidigera*) es una planta endémica desde el suroeste de Nevada, Arizona y California en Estados Unidos, hasta el desierto de Baja California en México; sin embargo, por normatividad ambiental únicamente se aprovecha en esta entidad mexicana.

De acuerdo al artículo 165 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (Lgdfs), quien carezca de documentación o los sistemas de control establecidos para acreditar la legal procedencia de materia forestal, será acreedor a una multa por el equivalente de 100 a 20 mil veces la unidad de medida y actualización vigente y su decomiso definitivo en favor de la Federación.

<http://www.elvigia.net/el-valle/2017/6/6/incauta-profepa-tallo-palmilla-273604.html>

MÉXICO

BAJA CALIFORNIA

Publicada el 05/06/2017 - 18:42 HS

Decomisan 26 toneladas de Yucca en Ensenada

El cargamento era transportado de manera ilegal en un tractocamión



FOTO: PROFEPA

Por:El Debate

Ensenada, Baja California.- La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), aseguró un cargamento de 26,280 kilogramos (26.28 toneladas) de fustes o tallos de **Palmilla del Desierto (*Yucca schidigera*)**, trasladadas de manera ilegal en el municipio de Ensenada.



Asegura PROFEPA cargamento de 26,280 kg de fuste de Yuca y un tractocamión en Ensenada

14 jun. 2017

El decomiso ocurrió sobre la carretera federal número 1, en el kilómetro 138 del tramo Lázaro Cárdenas-Ensenada, a la altura del ejido Díaz Ordaz, municipio de Ensenada.

Durante un recorrido de vigilancia en la zona mencionada, personal de la PROFEPA detectó estacionado un vehículo tractocamión, color guinda, con caja trasera cerrada de color azul y blanco, con las insignias "**Transportes Cousiño**".



FOTO: PROFEPA

Los inspectores federales percibieron un fuerte olor característico al recurso forestal que provenía de la caja de la unidad, por lo que requirieron la presencia del propietario o encargado, en este caso, el chofer del vehículo, y procedieron a la inspección correspondiente.

En el interior de la caja trasera encontraron fustes o tallos del recurso forestal no maderable que, por sus características físicas y morfológicas fueron reconocidas como de ejemplares de Palmilla del Desierto, de la especie *Yucca schidgera*.



FOTO: PROFEPA

Ante tal hecho, se le requirió al chofer el documento oficial mediante el cual acreditara la legal procedencia del recurso forestal no maderable, mostrando una remisión forestal, desprendida supuestamente de un aprovechamiento autorizado, ubicado en el Ejido Reforma Agraria Integral, Delegación Municipal de El Rosario, en Ensenada, B.C.

Hasta el momento se desconoce la información sobre el destinatario del cargamento, así como de sueldos y del vehículo de transporte, por lo que el cargamento y el tractocamión fueron asegurados de manera precautoria.

EL

DATO

La Palmilla del desierto (Yucca schidigera) es una planta endémica desde el suroeste de Nevada, Arizona y California en Estados Unidos, hasta el desierto de Baja California en México; sin embargo, por normatividad ambiental únicamente se aprovecha en esta entidad mexicana.

<https://www.debate.com.mx/mexico/Decomisan-26-toneladas-de-Yucca-en-Ensenada-20170605-0415.html>

Detectan camión lleno de Yucca en Ensenada.

14/08/2017



Llevaba 29.5 toneladas de fustes o tallos de Palmilla del Desierto.

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) aseguró de manera precautoria un cargamento de 29.5 toneladas de fustes o tallos de Palmilla del Desierto (*Yucca schidigera*) y un tractocamión en el que se encontraba la materia prima forestal no maderable, al no acreditar su legal procedencia, en Ensenada, Baja California.

Durante un recorrido de vigilancia sobre el kilómetro 30 de la Carretera Federal Número 3, del tramo carretero San Felipe-Ensenada, a la altura de la Delegación Municipal de Real del Castillo, Municipio de Ensenada, personal de PROFEPA en la entidad detectó la presencia sobre el derecho de vía de un vehículo tractocamión, estacionado de color blanco, con franjas en sus laterales azules y placas de circulación 974DA5, con caja trasera abierta de color rojo.

Los inspectores federales detectaron que en la caja trasera se encontraban fustes o tallos del recurso forestal no maderable, consistente en Palmilla del Desierto (*Yucca schidigera*). Por tal motivo, requirieron la presencia del propietario o encargado del producto forestal, atendiendo tal requerimiento quien se ostentó como el chofer del vehículo.

Dicho cargamento tenía un peso total de 29.5 toneladas y se procedió a requerir al inspeccionado el documento oficial mediante el cual acreditara la legal procedencia del recurso forestal no maderable, mostrando una remisión forestal, desprendida

supuestamente de un aprovechamiento autorizado, ubicado en el Ejido Cordillera de Molina del municipio de Ensenada, B.C.

La Palmilla del Desierto (*Yucca schidigera*) es una planta endémica desde el suroeste de Nevada, Arizona y California en Estados Unidos, hasta el desierto de Baja California, en México; sin embargo, por normatividad ambiental únicamente se aprovecha en esta entidad mexicana.

De acuerdo al Artículo 165 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), quien carezca de documentación o los sistemas de control establecidos para acreditar la legal procedencia de materia forestal, será acreedor a una multa por el equivalente de 100 a 20 mil veces la Unidad de Medida y Actualización vigente y su decomiso definitivo en favor de la Federación.

<https://www.gob.mx/profepa/prensa/clausura-profepa-centro-de-almacenamiento-y-transformacion-de-materias-primas-forestales-en-ensenada-baja-california>



<http://sintesistv.com.mx/detectan-camion-lleno-yucca-ensenada/>

Crea incendios en BC extracción de yuca



Ensenada, México (16 junio 2018).- El incendio al sur de la Sierra Juárez, en Baja California, que afectó 3 mil 750 hectáreas, fue ocasionado por una quema para extraer de manera ilegal la planta de yuca, informó Víctor Armando Santoyo Sid, subgerente operativo de la Comisión Nacional Forestal (Conafor).

El integrante de Conafor expuso que se está extrayendo yuca de manera ilegal porque cada tonelada puede venderse hasta en 400 dólares (8 mil pesos), pues es usada en la industria alimenticia, farmacéutica cosmética y agropecuaria.

Este sábado se apagó el incendio en la Sierra Juárez en un 100 por ciento, afirmó.

"Fue un incendio que provocó la gente que está extrayendo yuca de manera clandestina, y desafortunadamente hay mucha impunidad en ésto, es difícil atenderlo", lamentó Santoyo Sid.

"Hay denuncias verbales (de ejidatarios), han sufrido el saqueo de esta planta de manera clandestina, el área en este último incendio no está poblada, no hay rancherías, la gente aprovecha", refirió.

El funcionario dijo que hay un mercado que lo demanda, y se tiene que investigar, pero no

es una atribución de la Conafor.

Durante el 2018 van 4 mil 52 hectáreas afectadas por 27 incendios, 194 hectáreas corresponden a arbolado adulto.

La yuca es una planta endémica desde el suroeste de Nevada, Arizona y California, en Estados Unidos, hasta el desierto de Baja California, en México.

De acuerdo al artículo 165 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, quien carezca de documentación o de los sistemas de control establecidos para acreditar la legal procedencia de la yuca, será acreedor a una multa y al decomiso.

Detalla Conafor liquidación de incendio

La Conafor detalló en un comunicado que este incendio forestal en "La Josefa", al sur de la Sierra Juárez, ubicado el 11 de junio, quedó liquidado al 100 por ciento a las 12 horas de este sábado.

Se reportó la afectación de 3 mil 750 hectáreas, de las cuales 3 mil 530 corresponden a chaparral, 40 de pastos, y otras 180 a arbolado adulto.

"Es el mayor incendio forestal en lo que va de la presente temporada crítica de incendios forestales, desde el primer día, técnicos del área de Manejo de Fuego de la Conafor asumieron la coordinación, enfocándose a la protección de las personas y sus propiedades", aseguró la dependencia.

En el combate al fuego participan 100 elementos, de los cuales 32 pertenecen a la Conafor, 33 a la Secretaría de la Defensa Nacional (Sedena), dos al Gobierno del Estado de Baja California, tres al Ayuntamiento de Ensenada y 30 elementos de brigadas rurales.

La Conafor precisó que la acción oportuna y planeada de los combatientes forestales logró evitar la propagación del fuego en dirección al Parque Nacional Constitución de 1857, un área natural protegida.

En coordinación con autoridades de Protección Civil, se están evaluando los daños en algunas cabañas y viviendas, donde no hubo personas lesionadas.

<https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/articulo/default.aspx?id=1421310&md5=f095c1f48ed57acc3adf77a719b22d70&ta=0dfdbac11765226904c16cb9ad1b2efe&fbclid=IwAR1zIPmt8XWYU3uXLvm5zFe-ILDVocDg-HgO63puyfKfsT1KZDspMryAHAU>