

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**



**MAESTRIA EN MANEJO DE ECOSISTEMAS DE ZONAS  
ARIDAS**

**PRODUCTIVIDAD DE FITOMASA AEREA APROVECHABLE  
Y SU EFECTO EN LA CAPACIDAD DE REPRODUCCION  
SEXUAL DE *Yucca schidigera* K.E. ORTGIES, EN BAJA  
CALIFORNIA**

**TESIS  
QUE PRESENTA  
Carlos Alberto Cano Bracamontes**

**Como requisito final para obtener el grado de**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**Ensenada, B. C.**


**Junio de 1997**

**PRODUCTIVIDAD DE FITOMASA AEREA APROVECHABLE Y SU  
EFECTO EN LA CAPACIDAD DE REPRODUCCION SEXUAL DE  
*Yucca schidigera* K.E. ORTGIES, EN BAJA CALIFORNIA.**

**TESIS  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS**

**PRESENTA  
CARLOS ALBERTO CANO BRACAMONTES.**

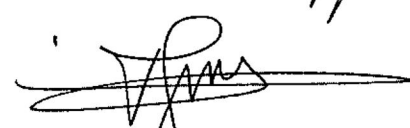
**Aprobado por:**

  
M.C. José de Jesús Castellón Olivares

**DIRECTOR DE TESIS**

  
M.C. Jorge Assac Sepúlveda Betancourt

**CODIRECTOR DE TESIS**

  
M.C. Walter Raúl Zuñiga Castillo

**SINODAL**

  
M.C. Eusebio Barreto Estrada

**SINODAL**

## DEDICATORIA

A DIOS, por permitirme llegar a finalizar una meta mas en mi vida.

A *Blanca*, mi esposa por su apoyo brindado durante la realización de este trabajo.

A mi pequeño tesoro, *Bianca* con todo mi amor.

A mi familia, que en todo momento estuvieron dispuestos a colaborar.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A la Universidad Autónoma de Baja California por haberme facilitado el uso de sus instalaciones.

A el M.C. José de Jesús Castellón O., por el apoyo brindado en la dirección de este trabajo, por su ayuda en los muestreos de campo y por sus valiosos comentarios.

M.C. Jorge I. Sepúlveda B., por su ayuda incondicional en la codirección de este trabajo y por sus acertadas sugerencias.

Dr. Jon Rebman, por sus valiosas sugerencias, su colaboración en el trabajo de campo y en la descripción de la vegetación de los sitios de estudio.

M.C. Walter R. Zuñiga, por su gran disposición de ayudar en cualquier momento.

M.C. Eusebio Barreto E., por aceptar ser parte de mi comite de tesis.

Al compañero Biol. Jorge Lucero, por su ayuda en el trabajo de campo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo brindado en mi formación profesional através de la beca-tesis (no. de registro 66740), ya que gracias a ésta pude culminar mis estudios de posgrado.

A la Facultad de Ciencias de la U.A.B.C. y en especial al laboratorio de cultivo de tejidos a cargo del M.C. José de Jesús Castellón por permitirme hacer uso de las instalaciones.

A todas aquellas personas, compañeros y amigos que siempre estuvieron dispuestos a ayudar, a ellos tambien, muchas gracias.

## INDICE

### RESUMEN / ABSTRACT

<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Objetivo general</b>	<b>4</b>
<b>2.2 Objetivos especificos</b>	<b>4</b>
<b>3. ANTECEDENTES</b>	<b>5</b>
<b>4. DESCRIPCION DE LAS AREAS DE ESTUDIO</b>	<b>14</b>
<b>4.1 Descripción general de las áreas en donde se realizó el estudio sobre productividad de fitomasa aérea aprovechable</b>	<b>14</b>
<b>4.1.1 Clima</b>	<b>14</b>
<b>4.1.2 Geología</b>	<b>14</b>
<b>4.1.3 Suelo</b>	<b>16</b>
<b>4.1.4 Vegetación</b>	<b>16</b>
<b>4.2 Descripción geográfica de las áreas en donde se realizó el estudio sobre fenología</b>	<b>16</b>
<b>4.2.1 Clima</b>	<b>18</b>
<b>4.2.2 Geología</b>	<b>18</b>
<b>4.2.3 Suelos</b>	<b>19</b>
<b>4.2.4 Vegetación</b>	<b>19</b>
<b>4.2.5 Topografía</b>	<b>19</b>
<b>5. MATERIALES Y METODOS</b>	<b>20</b>

<b>6. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>23</b>
<b>6.1 Caracterización del área de estudio sobre fenología</b>	<b>23</b>
<b>6.2 Productividad de fitomasa aérea aprovechable</b>	<b>27</b>
<b>6.3 Fenología</b>	<b>33</b>
<b>6.3.1 Comportamiento fenológico de la especie durante el ciclo             fenológico febrero a octubre de 1994</b>	<b>33 38</b>
<b>6.4 Dinámica reproductiva sexual de <i>Yucca schidigera</i></b>	
<b>6.5 Eficiencia reproductiva sexual</b>	<b>40</b>
<b>6.6 Germinación</b>	<b>41</b>
<b>6.7 Establecimiento</b>	<b>45</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>48</b>
<b>8. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>50</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1. Relación de especies vegetales colectadas en el Ejido</b>	
Francisco R. Serrano	23
<b>TABLA 2. Relación de especies vegetales colectadas en la comunidad</b>	
indígena Kiliwa	25

## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO 1. Condiciones climatológicas prevalecientes para cada</b>	
ecotipo	28
<b>CUADRO 2. Comportamiento respecto a producción de fitomasa de</b>	
4 ecotipos de <i>Yucca schidigera</i> , en Baja California	29
<b>CUADRO 3. Relación de fenofases y factores críticos encontrados</b>	
durante 1994, en poblaciones silvestres de <i>Y. schidigera</i> en el	
sitio 2 ( comunidad indígena Kiliwa,Ensenada, B.C.)	34
<b>CUADRO 4. Comportamiento promedio del efecto del tamaño de</b>	
colonia sobre caracteres reproductivos de <i>Y. schidigera</i>	38
<b>CUADRO 5. Características para cada uno de los tratamientos en</b>	
en cuanto a eficiencia reproductiva	39
<b>CUADRO 6. Comportamiento de la semilla en las diferentes pruebas</b>	
de germinación, para los tratamientos I al V	43

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Distribución geográfica de <i>Yucca schidigera</i>, en el Desierto Central y en América del Norte</b>	<b>7</b>
<b>Figura 2. Mapa de ubicación de los sitios de estudio sobre productividad de fitomasa aérea aprovechable</b>	<b>15</b>
<b>Figura 3. Mapa de ubicación de las áreas de estudio sobre fenología</b>	<b>17</b>
<b>Figura 4. Aparición de los primordios florales, cubiertas por las estructuras de protección</b>	<b>35</b>
<b>Figura 5. Planta mostrando su inflorescencia</b>	<b>35</b>
<b>Figura 6. Primeros estadios de la fructificación, etapa crítica con alto porcentaje de aborción</b>	<b>35</b>
<b>Figura 7. Planta mostrando sus frutos completamente desarrollados</b>	<b>35</b>
<b>Figura 8. Prueba de germinación de los primeros tratamientos</b>	<b>42</b>
<b>Figura 9. Prueba de germinación de los últimos tratamientos</b>	<b>42</b>
<b>Figura 10. Factores que inciden en el establecimiento de <i>Yucca schidigera</i></b>	<b>46</b>

## RESUMEN.

Poblaciones naturales de *Yucca schidigera* fueron evaluadas en un gradiente altitudinal tomando en cuenta parámetros de productividad de fitomasa aérea aprovechable, efecto del tamaño de colonia sobre la regeneración sexual, la viabilidad de semillas, factores bióticos y abióticos relacionados con el establecimiento de plántulas, así como la definición del ciclo fenológico de *Yucca* en las poblaciones de mayor importancia económica de Baja California.

Los resultados encontrados indican que existen cuatro ecotipos, que difieren significativamente ( $P \geq 0.05$ ) en cuanto a sus niveles de productividad de fitomasa y en sus características estructurales, siendo estos ecotipos: montano, valles intermontanos, mediterráneo y desértico.

En cuanto al efecto del tamaño de colonia sobre la regeneración sexual, se encontró que al incrementarse el número de fustes por colonia (de 1 a 5), se incrementó significativamente la longitud de la inflorescencia, el número de frutos y el número de semillas, sin embargo su capacidad de germinación se redujo considerablemente. Entre los factores que influyeron en la regeneración sexual de la planta se encuentran: la depredación de flores y frutos por los roedores, el consumo de inflorescencias por el ganado, el efecto de heladas tardías en la época de floración y el aprovechamiento de fustes en etapa reproductiva.

Durante el período de febrero a octubre de 1994 en la comunidad indígena Kiliwa, se estudió el ciclo fenológico de *Y. schidigera* y fueron identificadas 9 fenofases y en 5 de ellas se detectaron impacto negativo, para considerarlas como etapas críticas para este recurso; sin embargo, éstas etapas pueden variar en relación a las condiciones ambientales del año, o bien, respecto al resto de los ecotipos encontrados.

En cuanto a los resultados obtenidos en experimento sobre establecimiento de plántulas en condiciones naturales realizadas de febrero de 1994 a febrero de 1995, se observó que la continuidad en la actividad reproductiva sexual, se vió restringida en un 100 % por el impacto originado por lagomorfos, sin ser una limitante el porcentaje de germinación que en promedio general fue del 80 %.

## ABSTRACT.

Natural populations of *Yucca schidigera* were evaluated in an altitudinal gradient, evaluating productivity parameters of phytomass, effect of the colony size over the sexual regeneration, seeds viability, biotic and abiotic factors related with the establishment of seedlings and the definition of phenology cycle of *Yucca*, in the populations with high economic importance of Baja California.

The results founded, indicate that exist four ecotypes that are significantly different ( $P \geq 0.05$ ), in their levels of phytomass productivity and in their estructural characteristics: montano, intermontano valleys, mediterranean and desertic.

The effect of the colony size over the sexual regeneration, we founded that, when the number of stems were high (from 1 to 5), the size of the inflorescence, the number of fruits and the number of seeds increased significantly, althought their ability of germination were diminish. Among the factors that influencied in the sexual regeneration of the plant we founded: depredation of flowers and fruits by the rodents, the inflorescences eaten by the livestock, the effect of the late frost during the bloom and the steems utilization by humans in the reproductive stage.

During february to october 1994, in the site 2 (comunidad indigena Kiliwa), we studied the phenology cycle of *Yucca schidigera* and we identified nine phenophases. In five of them were detected negative impact to considered like a critical stages for the resource, nevertheless, those stages may change in relation to environment conditions of the year, or because others ecotypes founded.

The results obtained in an experiment over establishment of seedlings in natural conditions made from february 1994 to february 1995, we observed that, the continuity in the reproductive activity, were restricted in a 100%, because of the impact caused from lagomorphes, without being a limitant the percentage of germination, that in average was the 80%.

## 1. INTRODUCCION

De las plantas semisuculentas representativas de la flora de nuestro país, comprendidas en la familia Agavaceae se destaca el género *Yucca*, que en las zonas áridas del Norte llegan a ser especies dominantes (Matuda y Piña, 1980) . De 42 especies nativas de Norteamérica, se estima que en México crecen 29 especies de *Yucca* conocidas como palmas o izotes (Quintero, 1983), sin embargo en Baja California solo se encuentran tres especies y una de ellas *Y. schidigera* tiene alta potencialidad económica y social.

*Y. schidigera* tiene una distribución amplia que comprende desde el Suroeste de Nevada y Arizona, así como la porción central y Sur del Estado de California, en los Estados Unidos, hasta el paralelo 30° en la península de Baja California, en México (Hasting, *et al.* 1972). En Baja California las mayores densidades de ésta especie se pueden encontrar en el Valle de la Trinidad, desarrollándose principalmente en valles con suelos profundos y arenosos, lomas de pendiente suave y cañadas pedregosas.

Su importancia actual radica en que en los últimos años la palmilla (*Y. 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. Actualmente el volumen de aprovechamiento es del orden de 4000 tons anuales de fustes, en el que participan 16 comunidades rurales beneficiando a 1500 habitantes (Sepúlveda, 1994).

Las razones que han propiciado que ésta especie haya adquirido una inusual importancia económica en el transcurso de la última década, son debidas a la presencia de esteroides en el jugo de sus tallos. Específicamente de saponinas, de la cual, pueden obtenerse esteroides mediante la aplicación de diversos procedimientos fisicoquímicos (Sánchez, 1981).

A pesar de su amplia distribución y su abundancia, su futuro es poco claro, debido a su baja reproducción y a su destrucción por el hombre; se ha observado también que la semillación de las yuccas ocurre esporádicamente a través de los años, limitándose principalmente a las partes más húmedas (Webber, 1953).

Diversos autores han reportado que es raro encontrar en poblaciones naturales individuos de *Y. schidigera* provenientes de semilla. Dentro de los factores a los cuales se atribuye la escasez de plántulas en poblaciones naturales, se reporta que la especie al llegar a la madurez no florece cada año y cuando ésta ocurre, no coincide con los años de mayor precipitación, los cuales en estas zonas pueden presentarse de 4 a 5 años (Gentry, 1979; Ackerman, *et al.* 1980).

Se han realizado trasplantes con plantas obtenidas en invernadero, encontrándose que solo un 38% del total llega a sobrevivir ya que éstas se ven afectadas por el ramoneo excesivo de la fauna (De Anda Perez, *et al.* 1985).

Actualmente los aprovechamientos que se realizan se basan en las normas oficiales mexicanas, las cuales mencionan que para el aprovechamiento de *Yucca*, la madurez de cosecha se identificará cuando las plantas tengan el tallo desprovisto de hojas verdes en un 80% de su longitud y tratándose de grupos de plantas de edad homogénea se deberá aprovechar sólo el 50% de las plantas maduras, evitando dañar los brotes y plantas jóvenes. Las plantas aisladas quedarán segregadas del aprovechamiento (NOM-005-SARH3-1994).

Aún cuando la legislación forestal prevé que para extender el permiso de aprovechamiento se disponga de un plan de manejo, estos estudios adolecen de elementos básicos como ciclos de corta, época de corte adecuada y densidad requerida que permita una optimización del recurso (Flores, 1991). Por otra parte, la falta de conocimiento sobre la organización y funcionamiento de los componentes de la población, entre los que se encuentran: niveles de producción, dinámica reproductiva, relaciones bióticas, fenología, capacidad de regeneración y de establecimiento, impiden que se pueda tener un

equilibrio en los flujos de materia, energía e información genética en las poblaciones (Nava, *et al.* 1979).

El manejo sostenido de un recurso como la *Yucca* implica tener en consideración varios aspectos de importancia entre los que se encuentran: 1) que es una especie distribuida en un gradiente altitudinal y que el factor limitante es el agua, 2) que la productividad es diferente entre poblaciones y que además es una población clonal y 3) que la colonia debe considerarse como la unidad básica de manejo.

Este trabajo tiene como finalidad determinar esas diferencias en productividad de fitomasa y además cómo influye el tamaño de la colonia en la capacidad de producción de semillas en condiciones naturales, así como también poder determinar la calidad de las mismas, realizando las pruebas de germinación necesarias. Durante este mismo período se pretende conocer algunos de los factores bióticos y abióticos involucrados en la dinámica de la reproducción sexual de ésta especie, desde la floración hasta el establecimiento de plántulas derivadas de semilla.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar diferencias en cuanto a la capacidad de producción de fitomasa aérea aprovechable de poblaciones silvestres de *Yucca schidigera* y su efecto sobre la reproducción sexual.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- 1.- Determinar la capacidad de producción de fitomasa aérea aprovechable por ecotipo y/o por región.
- 2.- Evaluar la influencia del tamaño de la colonia sobre la reproducción sexual de la especie.
- 3.- Determinar el ciclo fenológico y las etapas críticas en el mismo.
- 4.- Identificar algunos de los factores bióticos y abióticos que inciden en el ciclo fenológico, en la capacidad de reproducción sexual y en el establecimiento de plántulas bajo condiciones naturales.
- 5.- Evaluar el efecto del tamaño de la colonia sobre la capacidad de germinación de sus semillas.

### 3. ANTECEDENTES

A través del tiempo y según los criterios de diferentes especialistas, la clasificación del género *Yucca* y otras plantas afines han sufrido numerosas modificaciones, lo que ha originado bastantes confusiones (Matuda y Piña, 1980).

Wettstein (1944), basándose en Engler, divide a la familia Liliaceae en once subfamilias, entre las cuales está la subfamilia Dracaenoideae, que a su vez se subdivide en las tribus: Dracaeneae, Nolineae y Yuceae.

Por otra parte, Hutchinson (1959), estableció el nuevo orden Agavales y la familia Agavaceae. Esta incluye a géneros pertenecientes a las antiguas familias: Liliaceae y Amarillidaceae. El mismo autor divide a la nueva familia en las siguientes tribus: Yuceae, Dracaeneae, Formieae, Nolineae, Agaveae y Polyantheae. Al respecto, Domínguez (1979), señala que tradicionalmente se ha considerado al género *Yucca* como perteneciente a la familia Liliaceae, pero en los últimos años y con base en ciertas consideraciones quimiotaxonómicas, la mayoría de los especialistas la incluyen dentro de la familia Agavaceae.

ORDEN: Agavales

FAMILIA: Agavaceae

TRIBU: Yuceae

GENERO: *Yucca*

ESPECIE: *Yucca schidigera* K.E. Ortgies (1871); McKelvey (1938); Shreve (1964).

Los sinónimos de *Y. schidigera* según lo reporta Matuda y Piña (1980), son:

1.- *Y. californica* Nutt. ex Baker, Linn. Soc. London, Jour. Bot. 18:229 (as syn. *Y. baccata* Torr.). 1880.

2.- *Y. macrocarpa* Merriam, N. Amer. Flora 7:358, 1893, Cov.U.S. Natl. Herb. Contrib. 4:202 (Calif. and Nev. Plants). 1893. Not. *Y. macrocarpa* Engelm. 1881.

3.- *Y. mohavensis* Sarg., Gard. and Forest 9:104. 1896.

*Y. schidigera* es una planta caulescente, generalmente surculosa (hasta con más de 20 troncos), tronco erecto o postrado, de 2 a 3 m de altura, simple o poco ramificado. Hojas de 33 a 105 cm de largo por 3 a 5 cm de ancho, marcadamente cóncavo-convexas, ensanchadas en su parte media, gruesas, rígidas, de color verde amarillento, márgen rugoso, con pocas cerdas enroscadas, espina larga y roma. Escapo hasta de 15 cm de largo, panícula elipsoidal o con el ápice plano de 50 a 125 cm de largo, densamente ramificada. Flores globosas blancas o cremosas y comunmente teñidas de púrpura hacia la base, filamentos de 13 a 16 mm de largo, estilo de 1 a 2 mm de largo. Fruto carnoso, indehiscente, variable, largo y cilíndrico de 90 a 115 mm de largo por 30 a 38 mm de diámetro o corto y cónico de 60 a 85 mm de largo por 25 a 35 mm de diámetro. Semillas de 6 a 9 x 8 a 11 mm, planas, gruesas y rugosas. Florece de marzo a abril. La localidad típica es San Diego, California. En Baja California se distribuye principalmente en el Municipio de Ensenada (Fig.1), presentandose las mayores densidades en el Valle de la Trinidad con hasta 300 plantas por ha (Matuda y Piña, 1980; Wiggins, 1980).

McCleary (1973), menciona que el género *Yucca* (familia Agavaceae) es un taxón de aproximadamente 30 a 40 especies confinadas al Norte y Centroamérica, Bermudas y el Oeste de la India. Sin embargo, el rango de dispersión de esta especie es muy amplio en los Estados Unidos. Un gran porcentaje está localizado en el Suroeste árido, donde ocupa una posición importante en la flora.

De las plantas semisuculentas más representativas de la flora de nuestro país, son las comprendidas dentro de la familia Agavaceae, entre las que destacan las del género *Yucca*, que en las zonas áridas del Norte llegan a ser especies dominantes. Como todos los vegetales, éstas contribuyen a la defensa del suelo contra la erosión, favoreciendo al mismo tiempo la retención del agua y aumentando su contenido orgánico. Proporcionan alimento, sombra y refugio contra el viento y otras inclemencias, tanto al hombre como al ganado y a la fauna silvestre (Matuda y Piña, 1980).

La *Y. schidigera* así como otras yuccas tienen diversos usos. Los nativos americanos usaron los tallos para la construcción de chozas, de las hojas se obtenían

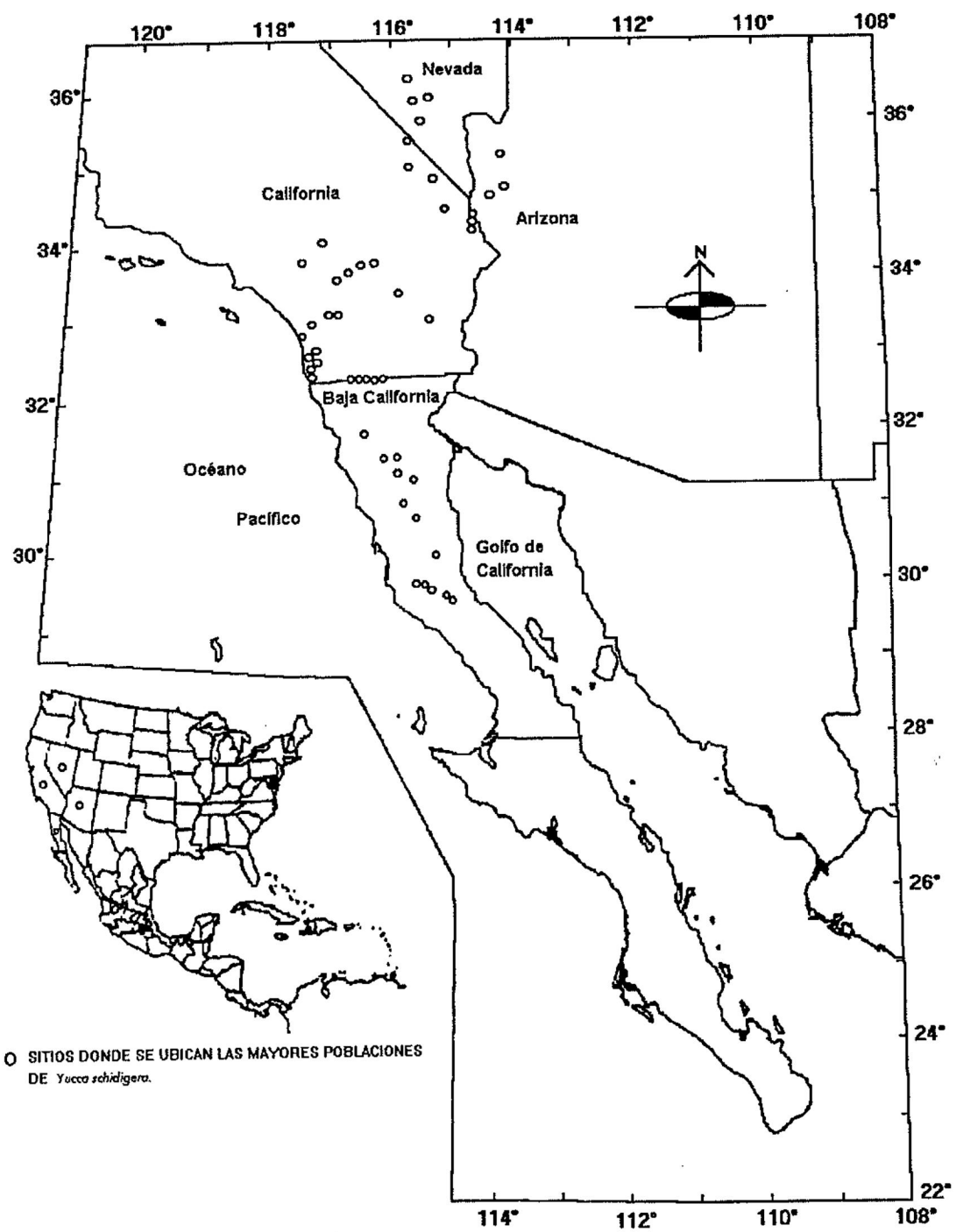


Fig. 1 Distribución geográfica de *Yucca schidigera*, en el Desierto Central y en América del Norte. Según Hasting, et al. (1972).

fibras para la elaboración de cuerdas, sandalias y ropa (Coyle y Roberts, 1975). Las raíces pueden ser usadas como jabón o laxante y los frutos para la elaboración de bebidas fermentadas (Kearny y Peebles, 1969). Uno de los usos mas recientes para esta especie incluye la elaboración de fertilizantes líquidos (Camerón y Rainey, 1972).

Las flores y frutos de algunas especies son comestibles, tanto para el hombre como para el ganado que en épocas de sequía, éste último suele devorar incluso las hojas tiernas de las plantas. En Baja California los grupos indígenas Pai pai y Kiliwa actualmente continúan consumiendo la flor y el fruto de *Y. schidigera*. También utilizan la semilla para realizar algunas artesanías como es la fabricación de collares, usando hilo y aguja para atravesar la semilla (Ochurte, 1994).

En los Estados Unidos se fabrican paneles ornamentales y aislantes (tanto térmicos como acústicos), para recubrir paredes con varias especies de *Yucca*. Por otra parte, durante la II Guerra Mundial, se utilizó *Y. glauca* para la fabricación de papel (Webber, 1953).

En cuanto a productividad de la planta, Comanor y Clark (1988) encontraron que la longitud de las hojas de *Y. schidigera* puede ser un excelente predictor del peso de las mismas. Calcularon el peso aproximado de la planta seca (12.7 kg) por combinación de hojas y tallo, mencionando que el tallo prácticamente provee la mayor parte de la biomasa (44 - 91%); esto representa una cosecha aproximada de 710 kg/ha. Este trabajo fue realizado en una población aislada de *Y. schidigera* a 6 km al Este de San Agustín, en Baja California.

Castellón y Sepúlveda (1995), consideran que en las poblaciones silvestres de *Y. schidigera* de Baja California, se presentan diferencias en cuanto a sus niveles de productividad, debido a efectos ambientales, lo que define la presencia de cuatro ecotipos con características estructurales propias y diferencias en el ciclo fenológico.

Por otra parte, debido al lento crecimiento que presentan las plantas del género *Yucca*, están expuestas a las condiciones extremas del clima y al ramoneo por la fauna, siendo las principales causas que afectan el establecimiento de las plántulas (Campbell y

Keller, 1932; Webber, 1953; Hunter *et al.* 1980). Según Matuda y Piña (1980), solo prosperan las semillas que germinan al abrigo de otras plantas que las defiendan contra las inclemencias del tiempo y contra el pastoreo, ya que en nuestro país éste último es un importante factor limitante.

Una de las características comunes a todas las especies del género *Yucca*, es el tiempo que tardan en crecer y alcanzar la madurez. Según McKelvey (1947), apoyado en varios investigadores entre estos Webber (1953) y Piña (1981), *Y. schidigera* se encuentra entre las especies con más alto crecimiento. En contraste, Webber (1953) reportó que *Y. schottii* presentó el más rápido crecimiento de todas las plantas que tuvo en cultivo en vivero, creciendo solamente 3.35 cm en promedio por año. El lento crecimiento que presentan se debe a las escasas y muy irregulares lluvias que se registran en las regiones donde se distribuyen (Campbell y Keller, 1932; Webber, 1953; Gentry, 1979; Matuda y Piña, 1980; Ackerman, *et al.* 1980). Según Webber (1953) esto mismo, se pudo demostrar en un cultivo de *Y. schidigera*, que bajo semi-irrigación presentaron un promedio anual de crecimiento de 7.7 cm y en un cultivo sin riego fue de 2.65 cm, en ambos casos las plantas mostraron floración a los 15.5 años.

Según Amaro (1980), al parecer existen variaciones en la velocidad de crecimiento en las diferentes etapas de desarrollo para ésta especie; tienen un desarrollo inicial hasta la edad de 4 a 5 años lento en altura, ocurre un rápido incremento tanto en altura como en diámetro hasta alcanzar 1.30 y 1.40 m a la edad de 10 a 12 años, a partir de la altura de 1.50 m que la alcanzan a los 15 años, el incremento en diámetro y altura es muy lento. Sin embargo, es necesario comprobar científicamente estas estimaciones.

En cuanto a formas de reproducción, la palmilla posee dos estrategias reproductivas: la sexual a través de semillas y la asexual o vegetativa por medio de nódulos basales, ésta última al parecer es la más común (Webber, 1953). Sandoval (1980), menciona que aún cuando la semilla posee un alto porcentaje de germinación (hasta un 85%) esta estrategia reproductiva está muy restringida y reporta que entre los

campesinos que habitan en las zonas donde esta planta crece, no recuerdan haber visto plantas derivadas de semilla.

Sepúlveda (1994), menciona que en 1990 en el Valle de la Trinidad se presentó una floración que incluyó al 3% de la población total. Asimismo, en otro estudio realizado para conocer la frecuencia de aparición de la fructificación en relación a la altura de la planta, mostró que ésta se presentó con baja frecuencia en clases de altura menores a 100 cm, incrementándose de manera notable en las clases de altura siguientes, alcanzando su valor máximo entre los 200 y 300 cm para después descender en las clases mayores a los 300 cm.

Por su parte Udovic (1981), realizó un estudio sobre determinación de la cantidad de frutos en *Y. whipplei*, encontrando que el número de flores producidas por las inflorescencias de esta especie excede grandemente al número de frutos producidos. El conteo de los mismos fue hecho después de que las plantas habían abortado el exceso de frutos inmaduros. El mismo autor menciona que se realizó el conteo de semillas en 20 plantas y esto indicó que el número de frutos producidos por planta, es un excelente predictor del número total de semillas por planta. Sin embargo, las diferencias entre plantas y entre los sitios de estudio en cuanto al número de semillas por fruto, son estadísticamente significativas.

La polinización de *Y. schidigera* es de tipo entomófila y su polinización solo es posible mediante la intervención de una pequeña mariposa cuya larva se desarrolla en el interior de los frutos, este lepidóptero del género *Tegeticula* sp. pertenece a la subfamilia Prodoxidae (Powell y Mackie, 1966; Davis, 1967; Schaffer y Schaffer, 1979; Ridaura, 1980; Matuda y Piña, 1980; Udovic, 1981). Por el hecho de que las plantas de *Yucca* pueden reproducirse también vegetativamente, se concluye que el lepidóptero depende más de la planta que éstas de las primeras, ya que sin la presencia de las flores de *Yucca*, este lepidóptero no podría existir, (Matuda y Piña, 1980).

Se ignora si para cada especie de *Yucca* existe un insecto específico, o si una especie de este género puede utilizar varias especies de *Yucca* para llevar a cabo su ciclo

biológico. En el caso de *Tegeticula yuccasella* utiliza una amplia variedad de especies de *Yucca* como huéspedes, entre las cuales se encuentra *Y. schidigera* (McKelvey, 1947; Davis, 1967).

La hembra de *Tegeticula* que es de hábitos nocturnos, toma una cantidad de polen con su aparato bucal especializado y lo transporta de una a varias flores; en ese momento inserta su ovipositor dentro del pistilo y deposita los huevecillos, variando el número por flor. Una vez realizada la oviposición, deposita el polen dentro del tubo estigmático de la flor (Powell y Mackie, 1966; Davis, 1967). A medida que las semillas de *Yucca* maduran, las larvas del insecto que se encuentran dentro del fruto se alimentan a partir de ellas.

Generalmente la larva alcanza la madurez en un mes, coincidiendo con el tiempo en que las semillas maduran. Las larvas dejan el fruto por la noche y después de una lluvia excavan un túnel en el fruto y mediante un hilo de seda alcanzan el suelo en donde forman un capullo de seda mezclado con partículas de suelo, para finalmente invernar. La pupación ocurre normalmente hasta la siguiente primavera, siendo corta y no excediendo a dos semanas; ocurre dentro de un capullo en el suelo (Davis, 1967). El adulto emerge durante la época de floración (viven aproximadamente una semana), completando así su ciclo biológico, (Powell y Mackie, 1966; Davis, 1967; Udovic, 1981; en De Anda Perez, *et al.* 1985).

Dodd y Linhart (1994), realizaron un estudio sobre consecuencias reproductivas de las interacciones entre la especie *Y. glauca* y su polinizador *T. yuccasella*, encontrando que al llevar a cabo el censo del esfuerzo reproductivo durante un ciclo, la cantidad de frutos por planta fueron significativamente diferentes. Realizaron también la colecta de un fruto por planta en los sitios de estudio para analizar los efectos del polinizador. Los frutos fueron llevados al laboratorio en donde se obtuvo la cantidad de semillas total, el número de semillas dañadas y la densidad larval (número de orificios en el fruto). Esta especie produce semillas de color amarillo que son inviables y semillas negras que son viables.

Keeley, *et al.* (1984), en cuanto a depredación de semillas debido a la simbiosis que existe entre las plantas del género *Yucca* y el lepidóptero del género *Tegeticula*, encontró que la proporción de semillas destruidas por el lepidóptero varió del 3% en *Y. schidigera* en la costa Sur de California y hasta un 45% en una población de *Y. angustissima* en el Sur de Utah. En este muestreo que se realizó en 1974, se observó que la población de *Y. schidigera* tenía un promedio de 0.6 larvas por fruto y la población de *Y. angustissima* mostró un promedio de 9.3 larvas por fruto.

En otro trabajo realizado por Keeley (1986), sobre depredación de semillas por el lepidóptero *T. maculata* en subespecies de *Y. whipplei* (Agavaceae), encontró que el número de larvas por capsula varió de 0 a 14.

Udovic (*op cit.*), en cuanto al tamaño de la inflorescencia menciona que la altura media de ésta y el número medio de flores son excelentes predictores para conocer el número aproximado de frutos producidos.

Por su parte Schaffer y Schaffer (1979), sugieren que las inflorescencias grandes podrian atraer considerablemente más polinizadores que las inflorescencias pequeñas.

En un estudio sobre germinación y establecimiento de plántulas de *Y. schidigera* obtenidas a partir de semillas, De Anda Pérez, *et al.* (1985), obtuvieron un 77.4% de germinación de las semillas sembradas 23 días después de la colecta en el invernadero y sólo el 49.8% produjeron plántulas con alto vigor. La época de plantación fue determinante para el establecimiento de las plántulas en campo. El trasplante de marzo de 1983 presentó 0.0% de sobrevivencia en plántulas hasta el mes de mayo. El trasplante de agosto del mismo año presentó 38.0% de sobrevivencia hasta el mes de agosto de 1984. La sobrevivencia de las plántulas también se vió afectada por el ramoneo excesivo de la fauna.

Las semillas tienen un alto porcentaje de germinación y viabilidad, como lo demostraron los resultados obtenidos en el campo, en invernadero y en laboratorio (Campbell y Keller, 1932; Webber, 1953; Arnott, 1962; McCleary y Wagner, 1973;

Matuda y Piña, 1980; Cavazos y Arredondo, 1981). No obstante, es muy bajo el número de plántulas que logra establecerse y alcanzar la madurez en el campo.

Piña (1981), mencionó que en 1953 realizó en el Municipio de Cadereyta, Estado de Querétaro, una plantación de semillas de *Y. filifera* y *Y. valida*, con resultados favorables. Las plántulas se trasplantaron en una superficie de 5 has, dando una densidad de mil plantas por ha. Algunos ejemplares de *Y. valida* comenzaron a florecer y a fructificar a los 24 años de edad. Hunter, *et al.* (1980), trasplantaron en 1972 y 1973, 14 especies nativas (entre las cuales incluyeron a *Y. schidigera*), a una superficie de 29 has en el desierto de Mojave. Concluyeron que la sobrevivencia se vió mas afectada por el ramoneo de la fauna que por el efecto del transporte o por la sequía.

McCleary (1973); Matuda y Piña (1980), mencionan que existe una base de información que permite asumir la factibilidad técnica de realizar plantaciones y en la cual se reporta sobre la aplicación de métodos de reproducción de *Y. schidigera* por medio de semillas y utilizando material vegetativo.

## **4. DESCRIPCION DE LAS AREAS DE ESTUDIO**

### **4.1. DESCRIPCION GENERAL DE LAS AREAS EN DONDE SE REALIZO EL ESTUDIO SOBRE PRODUCTIVIDAD DE FITOMASA AEREA APROVECHABLE**

Los sitios de muestreo para el análisis de productividad fueron: ejido Revolución, ejido Reforma Agraria Integral, ej Tepi/Alamar y el ejido Aubanel Vallejo (Fig. 2), los cuales presentan las siguientes características generales:

#### **4.1.1. CLIMA**

En las áreas donde se distribuye *Y. schidigera*, se distinguen tres regiones climáticas. 1) clima templado subhúmedo (Cs), con lluvias en invierno. A este tipo pertenece el ejido Aubanel Vallejo. 2) clima seco mediterráneo, templado (Bsks), con lluvias en invierno. Aquí se localiza el ejido Tepi/Alamar y 3) clima muy seco, templado [Bwks (x')] con lluvias en invierno, donde podemos encontrar al ejido Reforma Agraria Integral y al ejido Revolución (Cetenal, 1976).

#### **4.1.2. GEOLOGIA**

En el área de distribución de ésta especie, existe un rasgo muy particular en cuanto a la asociación geológica, formado de rocas ígneas intrusivas de la era mesozoica. Aproximadamente un 80% de las poblaciones de *Y. schidigera* se desarrollan bajo ésta condición. Esta situación se mantiene constante en gran medida desde la Rumorosa hasta la altura del Rosario, alternando con rocas sedimentarias y vulcano-sedimentarias del cuaternario, como es el caso de Ojos Negros, Valle de la Trinidad y zona de San Matias. Hacia el Sur del Rosario la geología de las áreas se compone de un complejo de rocas ígneas, rocas sedimentarias y rocas metamórficas y las cuales conforman el límite de distribución de la especie en su porción Sur.

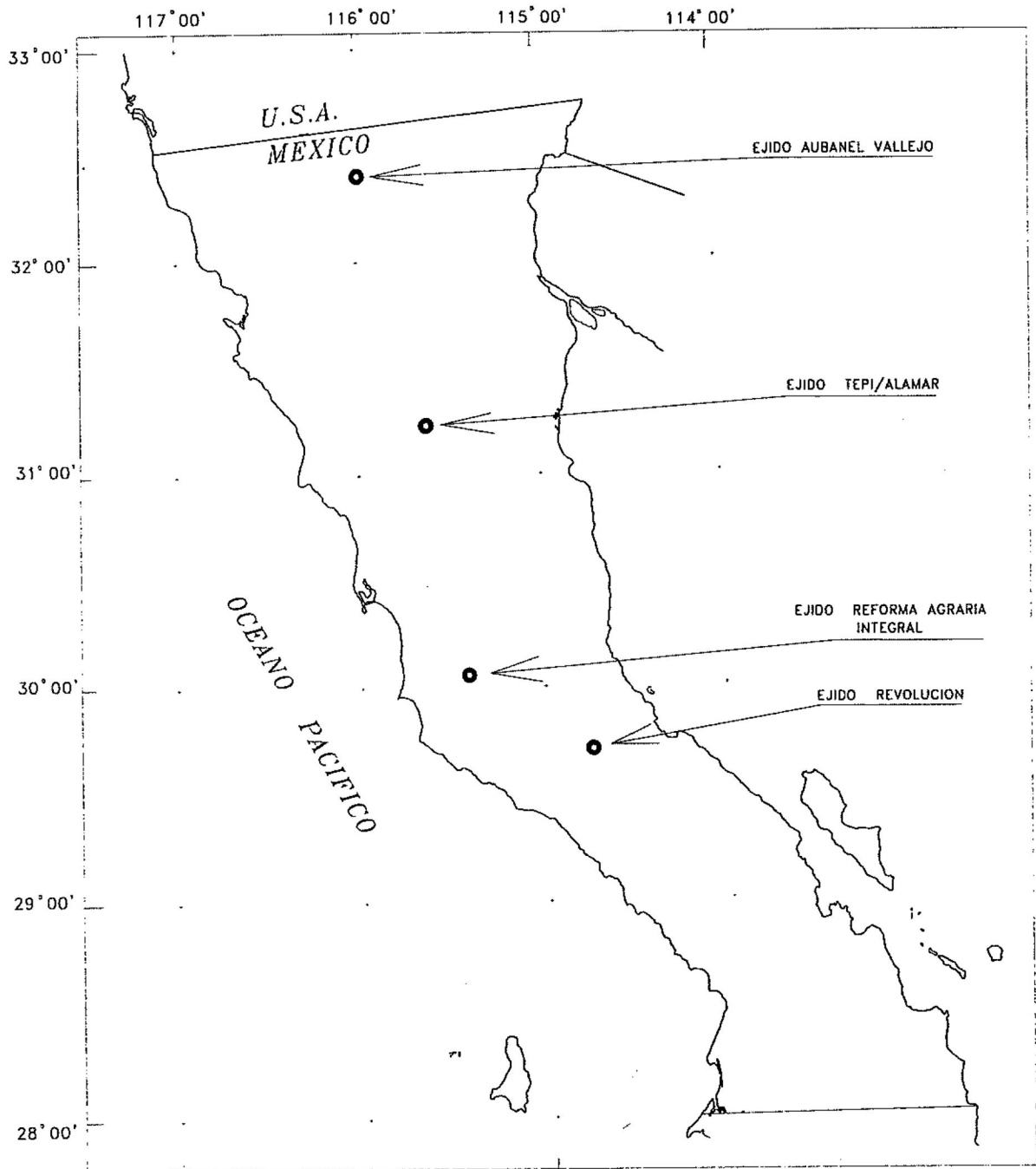


Fig. 2 Mapa de ubicación de los sitios de estudio sobre productividad de fitomasa aérea aprovechable.

### **4.1.3. SUELO**

Los suelos en los cuales ésta especie prospera, muestra un patrón de asociación al que muestra el geológico, no obstante en este caso se distinguen básicamente dos componentes: el primero que permanece muy constante y que se inicia desde la localidad de la Rumorosa, hasta el Valle de San Matias y en la cual predominan las unidades de suelos denominados regosoles (el 85% de esta sección corresponde a este tipo de suelo). La excepción es el Valle de la Trinidad cuyos suelos se clasifican entre los xerosoles. Al Sur de San Quintin, se inicia un complejo de unidades de suelo entre las que se incluyen: Regosoles, Xerosoles y Yermosoles siendo predominantes los primeros.

### **4.1.4. VEGETACION**

En su área de distribución, *Y. schidigera* está asociada con vegetación característica del chaparral, bosque de pino-piñonero, bosque de juniperus y matorral desértico, así como las zonas ecotonales entre el chaparral y el matorral desértico.

## **4.2. DESCRIPCION GEOGRAFICA DE LAS AREAS EN DONDE SE REALIZO EL ESTUDIO SOBRE FENOLOGIA**

En cuanto al efecto del tamaño de la colonia sobre la capacidad de reproducción sexual y del estudio de establecimiento se efectuó en el Valle de San Matias durante el periodo de febrero de 1994 a febrero de 1995, en dos localidades que se muestran a continuación (Fig.3). Estas localidades se ubican en el Km. 140 de la carretera federal No.3 Ensenada-San Felipe entre los 31°16' N y 115°34' O.

Este sitio fue seleccionado para el trabajo de fenología de la especie y el establecimiento debido a que en este lugar se encuentran las mayores comunidades de *Y. schidigera* y además porque en el sitio conocido como Francisco R. Serrano que se

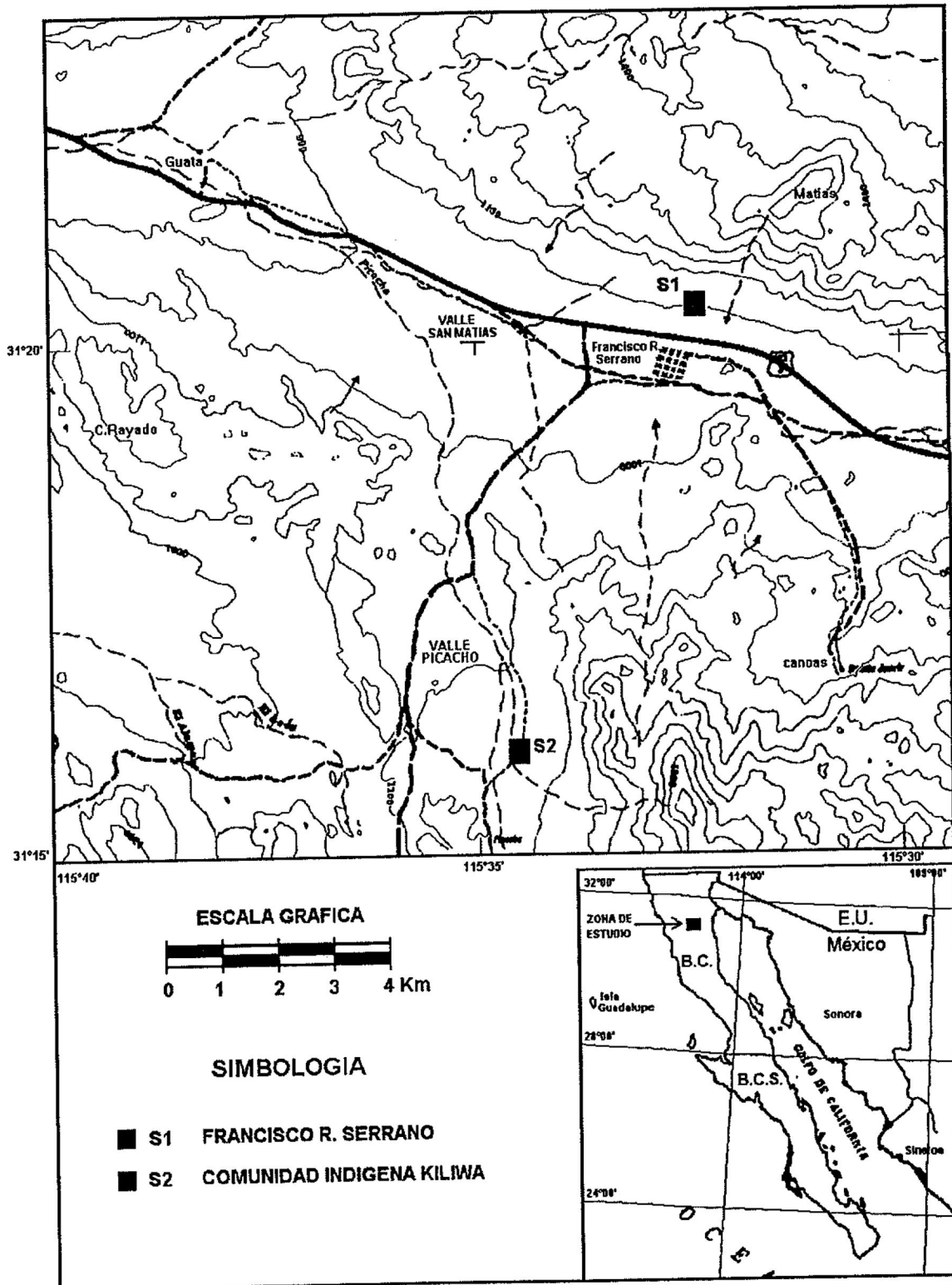


Fig. 3 Mapa de ubicación de las áreas de estudio sobre fenología.  
 Adaptado del Mapa de Baja Explorer, 1991

localiza dentro del mismo Valle de San Matias, se cuenta con una planta de extracción de jugo de los fustes de *Yucca*. En los dos sitios muestreados se está llevando a cabo el aprovechamiento de ésta planta, lo cual sirvió como referencia para comparar colonias aprovechadas y no aprovechadas.

#### 4.2.1. CLIMA

El clima característico de ésta región está comprendido dentro del muy seco o desértico, con regimen de lluvias en invierno y oscilación isothermal extremosa cuya fórmula climática es Bwkw (x')(e), (clasificación de clima según Koeppen, 1948, modificado por Enriqueta García, 1973).

En ésta zona se presenta régimen de lluvias en verano, las cuales son locales, infrecuentes y de tal intensidad que se escurre gran cantidad y poca penetra al suelo. Según Ackerman, *et al.* (1980), el efecto de éstas lluvias sobre las plantas varía dependiendo de la cantidad que penetra al suelo.

Los vientos dominantes tienen dirección de Oeste a Este con una velocidad de 8 m/seg durante los meses de mayo a octubre. En los meses de noviembre a abril presentan dominancia de Oeste a Este con una velocidad de 6 m/seg y también presentan vientos de Este a Oeste con una velocidad de 4 m/seg (INEGI, 1985).

#### 4.2.2. GEOLOGIA

Esta región se encuentra sobre formaciones geológicas del periodo cuaternario de la era del cenozoico y su origen es marino, fluvial y lacustre del pleistoceno reciente. Existen algunos cerros que están formados por rocas intrusivas de granito, tonalita, adamelita y granodiorita y de rocas metamórficas de esquistos y gneisses (Cetnal, 1976).

### **4.2.3. SUELOS**

Los suelos son de formación coluvial e *in-situ*, el material parental es granito, siendo el principal constituyente el cuarzo, de ahí que la textura del suelo sea arenosa. En su mayor parte la coloración es parda, el horizonte A se localizó de 0-101 cm de profundidad y el horizonte C de 101-142 cm de profundidad por lo cual tienen una profundidad media a profunda. El pH va de 7.8 a 8.1 siendo ligeramente alcalino. La evolución de este suelo está limitada ya que el factor de formación más importante es el clima, el cual no favorece a un desarrollo abundante de vegetación y de microorganismos del suelo, pudiéndose apreciar en el, bajo contenido de materia orgánica que presenta (0.67%), además es bajo el contenido de nutrientes. El drenaje es alto y la capacidad de retención del agua es baja. Bajo estas condiciones la vegetación que mejor se adapta es la xerófila (Cotecoca, 1979).

### **4.2.4. VEGETACION**

El Valle de San Matias está comprendido dentro de lo que Shreve (1951), citado en Rzedowski (1978), describió como matorral micrófilo, agrupando en éste, comunidades en las que las plantas con dominancia fisonómica en la vegetación corresponden a arbustos de hoja o foliolo pequeño.

### **4.2.5. TOPOGRAFIA**

La topografía está representada por planicies y valles con pendientes uniformes de 4 a 8 % quedando comprendidos dentro de la clasificación de ondulados a suavemente ondulados, además de pequeñas áreas de cerros rocosos inaccesibles con pendientes que sobrepasan el 65% de inclinación y quedan comprendidos dentro de la clase muy escarpados. El relieve es normal y excesivo en las áreas inaccesibles (Cotecoca, 1979).

## 5.-MATERIALES Y METODOS

Durante el período de 1993 a 1995 fueron realizados estudios de campo en poblaciones silvestres de *Y. schidigera* en Baja California, en un gradiente altitudinal de 700 a 1500 m para evaluar diferencias en cuanto a capacidad para la producción de fitomasa aérea aprovechable, efecto del tamaño de colonia sobre la reproducción sexual, fenología, capacidad de regeneración sexual y factores que inciden en el establecimiento de plántulas.

Los datos de campo para la definición de grupos ecológicos, fueron tomados en poblaciones silvestres de *Y. schidigera* no intervenidas con condiciones ambientales contrastantes, siendo estos: Ejido Revolución, Reforma Agraria Integral, Tepi/Alamar y Aubanel Vallejo, en cada sitio se muestrearon de 3 a 7 unidades de 1000 m<sup>2</sup> para medir en ellas: fenología, densidad, tamaño de colonia, longitud de fuste, diámetro de fuste y el diámetro basal de cada fuste. Para cada sitio se tomaron datos ecológicos sobre vegetación asociada y factores de deterioro.

La productividad de fitomasa aérea aprovechable por ecotipo fue definida mediante un análisis de regresión no lineal (Zar, 1984), para desarrollar un modelo matemático y predecir el rendimiento por ecotipo y por colonia, teniendo como variable dependiente el peso del fuste y como variables independientes la altura y diámetro del fuste. El tamaño de muestra para cada ecotipo fue de 242 tallos, medidos en las empresas procesadoras.

Para evaluar el efecto del tamaño de la colonia sobre la eficiencia reproductiva y los factores bióticos y abióticos que inciden en la dinámica de la reproducción sexual de *Y. schidigera*, se realizaron muestreos de campo durante el período de febrero a octubre de 1994, en los sitios conocidos como Francisco R. Serrano y comunidad indígena Kiliwa. El diseño experimental fue determinado en base a la disponibilidad de material de campo, es decir dependiendo de la cantidad de rosetas por colonia con la condición de presentar al menos una inflorescencia. En este caso, se aplicó un diseño experimental de

“tratamientos condicionados a un factor fijo” considerando cinco tratamientos con cinco repeticiones cada uno. Para cada localidad se seleccionaron 25 colonias que contemplaban las siguientes características:

T I: fuste con inflorescencia.

T II: colonias con 2 fustes y al menos una inflorescencia.

T III: colonias con 3 fustes y al menos una inflorescencia.

T IV: colonias con 4 fustes y al menos una inflorescencia.

T V: colonias con 5 fustes o más y al menos una inflorescencia.

Para cada uno de los tratamientos se llenó una ficha de trabajo, que contiene la siguiente información: altura total, altura del fuste principal, diámetro base del fuste principal, cobertura por colonia, longitud total y efectiva de la inflorescencia, número de espigas por inflorescencia, número de flores por espiga, porcentaje de flor abierta, porcentaje de daño, tipo de daño a la inflorescencia, total de hijuelos no diferenciados. La evaluación de estos parámetros fue periódica a lo largo de todo el ciclo fenológico, para observar la evolución de las inflorescencias y el registro tanto de la fenología como de los factores de impacto.

El tipo de daño fue evaluado de manera cualitativa. Se colocaron trampas para roedores, para identificar al organismo que consumía las flores, las inflorescencias y los frutos.

Se realizaron salidas al campo durante todo el periodo fenológico y durante el mes de agosto se llevó a cabo la cosecha del fruto, al cortar la infrutescencia se tomó el peso en campo (peso fresco), éstas fueron llevadas al laboratorio para proceder con la separación de la semilla, posteriormente se llevó a cabo el conteo y la clasificación de las mismas en: semillas sanas, semillas mal cicatrizadas, semillas dañadas y semillas vanas. Se separaron algunas submuestras para medir la longitud del fruto, contar el número de orificios y el número total de semillas por fruto. El peso total del fruto y de las semillas también fue considerado.

Para conocer el porcentaje de germinación de las semillas clasificadas como sanas y las mal cicatrizadas, primeramente se procedió a seleccionar las semillas para las pruebas de germinación así como también para someterlas a un tratamiento de asepsia que consistió en el lavado de la semilla con una solución de hipoclorito al 10% durante 10 minutos, inmediatamente después se dieron 3 enjuagues con suficiente agua esterilizada. Se mantuvieron sumergidas las semillas en agua esterilizada por 24 horas. Después se colocaron en las cajas de petri previamente desinfectadas y preparadas con una cama húmeda en la cual se utilizó papel absorbente y algodón. Estas cajas fueron depositadas en la cámara de germinación, la cual mantenía una temperatura entre los 27 y 30 °C y un fotoperíodo de 16 horas luz y 8 de oscuridad.

Para definir los factores que inciden sobre el establecimiento de plántulas de *Yucca*, se estableció experimento de campo bajo condiciones naturales durante el mes de febrero de 1994 a febrero de 1995, en el Ejido Francisco R. Serrano, con plántulas de 1.5 años de edad con y sin protección de malla de plástico rígida en un diseño experimental de bloques al azar con 5 repeticiones y una densidad de 1000 plantas por ha, los parámetros de evaluación fueron: sobrevivencia, daño por roedores, por sequía y por heladas.

## 6.RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1. CARACTERIZACION DEL AREA DE ESTUDIO SOBRE FENOLOGIA

La caracterización del primer sitio de estudio conocido como cañón o paso de San Matias ubicado en el Ejido Francisco R. Serrano presenta un tipo de vegetación conocido como mezquital en donde la asociación vegetal predominante corresponde a *Prosopis-Yucca-Simmondsia*, mostrando en algunos sitios características que corresponden a una zona de transición entre el chaparral y el matorral desértico micrófilo (Shreve y Wiggins, 1964), en donde se hacen presentes algunos elementos del chaparral como: *Yucca*, *Salvia*, *Krameria* y por otra parte elementos de la vegetación de desierto como: *Prosopis*, *Fouqueria* y *Encelia*.

En el segundo sitio de muestreo conocido como comunidad indígena Kiliwa, el tipo de vegetación encontrada corresponde a la de chaparral (Wiggins, 1980), sin una definición clara de la serie predominante y también mostrando características de una zona de transición con desierto, ya que también se observaron especies propias de desierto como *Prosopis*, cactáceas y agaves, aunque en una proporción mucho más baja que en el sitio 1. Aunque en este sitio *Y. schidigera* es predominante no se manifiesta una asociación clara con otra especie.

Los resultados del estudio florístico en los dos sitios de estudio, en el cual se colectaron los ejemplares, fueron identificados y depositados en el herbario BCMEX de la Facultad de Ciencias de la UABC, se muestran en la tabla 1 y 2.

Tabla 1.- Relación de especies vegetales colectadas en el sitio 1. Ejido Francisco R. Serrano, Ensenada, B. C. 115° 32' W, 31° 21' N.

No. de colecta.	Familia.	Especies.
2671	Cactaceae	<i>Ferocactus cylindraceus</i> (Engelm.) Orc. var. <i>lecontei</i> (Engelm.) H. Bravo- Holl. sinónimo <i>Ferocactus acanthodes</i> .
2672	Crassulaceae	<i>Dudleya arizonica</i> Rose
2673	Asclepiadaceae	<i>Matelea parvifolia</i> (Torr.) Woodson.
2674	Agavaceae	<i>Agave deserti</i> Engelm. ssp. <i>pringlei</i> (Engelm. ex Baker) Gentry.
2675	Asteraceae	<i>Ambrosia flexulosa</i> (A. Gray) Payne.
2676	Scrophulariaceae	<i>Penstemon eximius</i> Keck.

*2677	Lamiaceae	<i>Salvia apiana</i> Jepson.
*2678	Cactaceae	<i>Opuntia parryi</i> Engelm.

**Taxa observados.**

Agavaceae	* <i>Yucca schidigera</i> <i>Agave deserti</i> var. <i>deserti</i> <i>Agave deserti</i> var. <i>pringlei</i>
Asteraceae	<i>Adenophyllum porophylloides</i> * <i>Encelia farinosa</i> <i>Machaeranthera</i> sp. <i>Porophyllum</i> sp. <i>Senecio</i> sp. <i>Trixis californica</i> <i>Viguiera triangularis</i>
Boraginaceae	<i>Cryptantha</i> sp. <i>Pectocarya</i> sp.
Brassicaceae	<i>Lyrocarpa coulteri</i>
Cactaceae	<i>Echinocereus engelmannii</i> <i>Mammillaria dioica</i> <i>Opuntia bigelovii</i> * <i>Opuntia californica</i> var. <i>parkeri</i>
Chenopodiaceae	<i>Atriplex</i> sp.
Ephedraceae	<i>Ephedra californica</i>
Euphorbiaceae	<i>Acalypha californica</i> * <i>Bernardia incana</i> <i>Ditaxis</i> sp. <i>Euphorbia tomentulosa</i>
Fabaceae	* <i>Acacia greggii</i> <i>Cassia</i> cf. <i>covesii</i> * <i>Prosopis glandulosa</i> * <i>Fouquieria splendens</i>
Fouquieriaceae	<i>Nama</i> sp.
Hydrophyllaceae	<i>Krameria</i> sp.
Krameriaceae	<i>Janusia gracilis</i>
Malpighiaceae	<i>Herissantia crispa</i>
Malvaceae	* <i>Mirabilis</i> sp.
Nyctaginaceae	<i>Menodora scoparia</i>
Oleaceae	<i>Bouteloua curtispindula</i>
Poaceae	<i>Hilaria rigida</i>
Polemoniaceae	<i>Eriastrum</i> sp.
Polygonaceae	<i>Eriogonum fasciculatum</i> <i>Eriogonum</i> sp.
Polypodiaceae	<i>Astrolepis</i> sp.
Rutaceae	<i>Thamnosma montana</i>
Selaginellaceae	<i>Selaginella</i> sp.

Simmondsiaceae                      \**Simmondsia chinensis*  
 Viscaceae (Lorantaceae)        *Phoradendron californicum*

Tabla 2.- Relación de especies vegetales colectadas en el sitio 2. Comunidad indígena Kiliwa, Ensenada, B. C. 115° 34'W, 31° 16' N.

No. de colecta.	Familia	Especies
*2648	Cactaceae	<i>Opuntia californica</i> Engelm.
*2649	Cactaceae	<i>Opuntia</i> aff. <i>phaeacantha</i> Engelm.
2650	Cactaceae	<i>Opuntia bigelovii</i> Engelm.
2651	Cactaceae	<i>Opuntia chlorotica</i> Engelm & Bigel.
*2652	Agavaceae	<i>Yucca schidigera</i> K. E. Ortgies.
*2653	Cactaceae	<i>Echinocereus engelmannii</i> (Engelm.) Lemaire
*2655	Asteraceae	<i>Hymenoclea salsola</i> Torr.& A. Gray.
2656	Boraginaceae	<i>Cryptantha clevelandii</i> Greene.
*2657	Asteraceae	<i>Baileya</i> aff. <i>multiradiata</i> Harv. & A.Gray.
2658	Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i> (L.) Brizicky.
2659	Asteraceae	<i>Adenophyllum porophylloides</i> A. Gray Strother. Sinonimo: <i>Dyssodia</i> <i>porophylloides</i> .
2660	Malpighiaceae	<i>Janusia gracilis</i> A. Gray.
*2661	Polygonaceae	<i>Eriogonum fasciculatum</i> Benth. var. <i>polifolium</i> ( <i>Keckia antirrhinoides</i> A. DC.) Torr & Gray. (Benth.)
2662	Scrophulariaceae	Straw var. <i>antirrhinoides</i> Sinonimo: <i>Penstemon antirrhinoides</i>
2663	Asteraceae	<i>Viguiera triangularis</i> M. E. Jones.
2664	Asteraceae	<i>Brickellia frutescens</i> A. Gray.
*2665	Fabaceae	<i>Prosopis glandulosa</i> Torrey var. <i>torreyana</i> (L.Benson) M. Johnston.
2666	Asteraceae	<i>Encelia farinosa</i> Torr. & Gray. var. <i>farinosa</i> .
2667	Polemoniaceae	<i>Eriastrum eremicum</i> (Jeps.) Mason.
2668	Asteraceae	<i>Geraea viscida</i> (A. Gray) S.F.Blake
*2669	Rutaceae	<i>Thamnosma montana</i> Torr. & Frem.
*2670	Euphorbiaceae	<i>Bernardia incana</i> Mort.
<b>Taxa observados.</b>		
Agavaceae		* <i>Agave deserti</i>
Asteraceae		<i>Artemisia californica</i> <i>Gutierrezia sorothrae</i> <i>Machaeranthera</i> sp.
Chenopodiaceae		<i>Atriplex</i> sp.
Ephedraceae		* <i>Ephedra californica</i>

Euphorbiaceae	<i>Acalypha californica</i>
	<i>Euphorbia</i> sp.
Fabaceae	* <i>Acacia greggii</i>
Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>
Geraniaceae	<i>Erodium cicutarium</i>
Lamiaceae	<i>Salvia apiana</i>
Nyctaginaceae	<i>Mirabilis</i> sp.
Oleaceae	<i>Menodora scoparia</i>
Poaceae	<i>Bromus rubens</i>
Polygonaceae	<i>Eriogonum fasciculatum</i>
Polypodiaceae	<i>Astrolepis</i> sp.
	<i>Pellaea</i> sp.
Scrophulariaceae	<i>Castilleja</i> sp.
Simmondsiaceae	<i>Simmondsia chinensis</i>
Viscaceae (Lorantaceae)	<i>Phoradendron californicum</i>

NOTA: El símbolo (\*) representa a las plantas perennes dominantes dentro del área de estudio.

## 6.2. PRODUCTIVIDAD DE FITOMASA AEREA APROVECHABLE

En base a los resultados obtenidos sobre productividad de fitomasa aérea aprovechable, se encontró que la producción media a lo largo el gradiente altitudinal fue de 11.41 tons/ha . Con un promedio de 150 col/ha constituídas por 7.6 ind/col en promedio. Este es un dato preliminar para el ciclo y condiciones ambientales del año 94-95. Esto representa la producción ecosistemática, es decir, la fitomasa aérea acumulada en promedio a lo largo de todo su ciclo de vida y puede ser considerado como la reserva total de la que partirá para el aprovechamiento del recurso.

Las colonias que integran a estas poblaciones clonales tienen una posibilidad de aprovechamiento de 79.27 kg/col que se tendrán que administrar de tal manera que no se modifique la estructura vertical y horizontal de la colonia y se mantengan los niveles de productividad.

De acuerdo a las diferencias encontradas en sus características y en su capacidad de producción de fitomasa aérea aprovechable, así como por las condiciones ambientales prevalecientes y el tipo de vegetación asociada a las poblaciones, se consideró necesario definir la presencia de ecotipos siendo estos: montano, valles intermontanos, mediterráneo y desértico (Castellón y Sepúlveda, 1995).

Se observaron marcadas diferencias entre las poblaciones estudiadas en cuanto a su densidad, características estructurales y en cuanto a la capacidad de producción de fitomasa aérea aprovechable por unidad de superficie y por colonia.

Los modelos matemáticos que se obtuvieron para predecir ésta productividad de fitomasa fueron:

$$Y_1 = 18.01267 + 0.12977 h - 4.2133 d - 0.0001 h^2 + 0.2005 d^2 \text{ (montano).}$$

$$Y_2 = 10.86716 + 0.00950 h - 2.41402 d + 0.00051 h^2 + 0.14243 d^2 \text{ (v. interm).}$$

$$Y_3 = 19.01226 + 0.13009 h - 4.2105 d - 0.00010 h^2 + 0.13999 d^2 \text{ (mediterr.).}$$

$$Y_4 = 11.27954 + 0.00900 h - 2.39988 d + 0.00053 h^2 + 0.13999 d^2 \text{ (desértico)}$$

Donde: Y= peso del fuste, h= altura del fuste, d= diámetro del fuste.

Estos modelos resultaron de efectuar un muestreo en 242 fustes medidos en las plantas de procesamiento y obteniendo para ello una  $r^2=0.91$ .

Las poblaciones que mostraron alta productividad correspondieron a los sitios Tepi /Alamar y Reforma Agraria Integral. Ubicándose éstos a una altitud entre los 1200 y 1400 msnm, con una precipitación anual entre los 250 y 400 mm, para el buen desarrollo de la vegetación (Cuadro 1). Las poblaciones de baja productividad se encontraron con factores limitantes hacia frío (Aubanel Vallejo) o hacia calor (Revolución), lo que también afectó sus características estructurales.

Cuadro 1.- Condiciones climatológicas prevaletientes para cada ecotipo.

ECOTIPO	LLUVIA (mm.)	ALTITUD	TEMP. MAX. (°C)	TEMP. MIN. (°C)
MONTANO (Aubanel Vallejo)	376	1500	29.6	-2.5
VALLES INTERMONTANOS (Tepi/Alamar)	391	1350	33.9	1.7
MEDITERRANEO (Ref. agr. integ.)	268	1250	32.6	2.65
DESERTICO (Revolución)	120	700	36.5	3.7

Las poblaciones ubicadas aproximadamente a los 1500 msnm, con una precipitación anual de 376 mm y una temperatura mínima de  $-2.5^{\circ}\text{C}$ ; por presentar colonias pequeñas y escasas, y el hecho de convivir prácticamente con una comunidad de “pino-encino” (Shreve, 1951; Shreve y Wiggins, 1964; Wiggins, 1980), se les consideró como ecotipo montano o de montaña, con los niveles más bajos de productividad por ha, por colonias y por número de fustes (Cuadro 2).

En una condición ambiental menos estresante por frío y conviviendo con la vegetación de transición entre chaparral y bosque de pino encino o de chaparral de transición (Shreve, op cit.) a 1350 m, con poco riesgo de heladas y la mejor disponibilidad de agua (391 mm) se tiene la mejor expresión fenotípica y de productividad de todas las poblaciones de Baja California, aquí las colonias son grandes, lo que indica una alta capacidad de regeneración y de productividad por colonia y en promedio por fuste. Esta descripción corresponde al ecotipo valles intermontano.

Al ecotipo mediterráneo corresponden poblaciones ubicadas a una altitud entre los 1000 a los 1250 m y se caracteriza por tener colonias grandes (7.46 indiv/col) y con buena productividad de fitomasa aérea aprovechable, las que no varían significativamente respecto a valles intermontanos y con fustes de muy buen tamaño y peso. Estas poblaciones están ampliamente distribuidas y se encuentran asociadas a una vegetación de chaparral y también a una transición de chaparral a desierto y se encuentran ubicadas en suelos aluviales profundos con muy buena capacidad de drenaje.

El ecotipo desértico que se ubica en las poblaciones del Sur del estado, se encuentra sometido a un constante efecto por calor y sequía, lo que limita considerablemente la densidad de colonias por ha (47 col/ha), sin embargo presenta una mayor capacidad de reproducción asexual, cercana a la mejor expresión fenotípica que corresponde al ecotipo valles intermontanos, con 8.7 individuos y grandes fustes, sin embargo al analizar su productividad total, su rendimiento es muy similar al encontrado en el ecotipo montano. Bajo las condiciones ambientales del ecotipo desértico, poca lluvia (120 mm al año), mal distribuidas, largos periodos de sequía y temperaturas extremas cercanas a los 40°C en verano, son las limitantes de mayor peso que definen ese nivel de producción.

Cuadro 2. Comportamiento respecto a producción de fitomasa de 4 ecotipos de *Y. schidigera* en Baja California.

POBLACION	ECOTIPO	INDIVIDUOS POR COLONIA	KILOS POR COLONIA	COLONIAS POR Ha.	TONS. POR Ha.	PESO DE FUSTE Kg.	REND. Gal./ Ha.*
RUMOROSA1	MONTANO	4.6	32.209	150	4.85 (b)	6.98	499.5
TEPI-ALAM2	VALLES INTERMON- TANOS.	9.6	102.86	210	21.559 (a)	10.99	2220.5
REF.AGR.INT3	MEDITERR.	7.4	67.64	193	14.248 (a)	9.28	1467.5
REVOLUCION4	DESERTICO	8.7	114.41	47.5	5.00 (b)	13.07	515
	TOTAL	30.53	317.11	600.5	45.657	40.32	4702.5
	MEDIA	7.63	79.27	150.12	11.41	10.08	1175.6

\* Flores y Buenaventura, 1991 (150 Gal/Ton); Sepulveda, 1994 (104 Gal/Ton).

Letras iguales indican mismo nivel de significancia.

Al analizar la productividad de estos ecotipos (ANOVA), fueron encontradas diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ) en cuanto a los niveles de producción de fitomasa entre 2 grupos, uno integrado por los ecotipos montano y desértico y el otro integrado por el mediterráneo y el de valles intermontanos, no encontrándose diferencias significativas dentro de ambos grupos.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, existen marcadas diferencias en cuanto a producción de fitomasa entre poblaciones. Los valores mas bajos correspondieron a las condiciones de efecto por frio (montano).

En este caso, se puede destacar que la baja productividad por estar en el limite de su distribución, se atribuyen a un deficiente desarrollo de las plantas por bajas temperaturas a pesar de tener 150 col/ha, por disponer de más humedad, su bajo rendimiento se refleja en el peso promedio del fuste (6.98 kg) y por superficie de 4.85 tons/ha.

En la condición de efecto por calor (desértico) se tiene mayor capacidad de reproducción asexual (8.7 ind/col), el peso de fuste (13.07 kg/fuste) y la mayor altura de sus fustes la hace semejante en rendimiento a la condición de frio, aunque en este caso, la poca disponibilidad de agua durante el ciclo limita considerablemente su densidad y capacidad de regeneración asexual a un limitado número de colonias por unidad de superficie (47.5 col/ha). Estos resultados (5000 kg/ha) son sensiblemente mayores a los reportados por Comanor y Clark (1988), para una población ubicada en San Agustín, Baja California, con rendimiento de biomasa de 3660 kg/ha, sugiriendo un limitado uso comercial, y que para mantener la integridad de la colonia, concluyen que deben seleccionarse para corte, tallos superiores a 1.5 m de altura, porque representan mas posibilidades de reproducción sexual y asexual.

La mejor expresión fenotípica y de producción se encuentra en el ecotipo de valles intermontanos, que muestra alta capacidad de regeneración y de productividad por ha, por colonia y por fuste, debido a que aqui se encuentra la mejor disponibilidad de agua (391 mm) y menor riesgo por frio (1.7 °C) o por calor (33.9 °C).

El ecotipo mediterráneo presentó menos rendimiento y capacidad de regeneración respecto al de valles intermontanos, por su ambiente más restringido respecto a la disponibilidad de agua (286 mm).

Estas diferencias en producción se atribuyen a factores ambientales (precipitación, humedad, altitud y tipo de suelo), a la influencia genética de la especie y a la interacción entre ambos factores.

El manejo sustentable plantea como premisa fundamental el que exista un balance positivo entre producción y cosecha, es decir, utilizar el recurso por abajo de su nivel de productividad. La cosecha permanente de un ecosistema se logra cuando éste se considera como un capital, cada cierto tiempo se retira de ese capital la productividad acumulada durante el periodo en el cual el ecosistema no sufrió deterioro (CEPAL/PNUMA, 1990). De acuerdo a esto y reconociendo las diferencias en productividad presentadas anteriormente, las poblaciones silvestres no se pueden considerar iguales. Por lo tanto los planes de manejo que indican la intensidad y los ciclos de corte, deberían tomar en cuenta que la capacidad de regeneración y la productividad por ha entre los ecotipos son diferentes. Por lo que es muy importante que esta característica sea tomada en cuenta para la elaboración de los próximos planes de manejo del recurso en cuestión.

Poblaciones que pertenecen a los ecotipos de valles intermontanos y mediterráneo, pueden ser aprovechados con menos riesgos que poblaciones frágiles de los ecotipos montano y desértico, teniendo en consideración otros factores como son: la superficie disponible y el número de individuos a aprovechar por colonia.

Los planes de manejo actuales no toman en cuenta el flujo de energía en la explotación de *Yucca*, ya que según las normas oficiales mexicanas NOM-005-SEMARNAP-1995 (Diario Oficial de la Federación, 12 de Enero de 1995), la madurez de cosecha se alcanza cuando el fuste presenta el 80% de su longitud sin hojas. Esta apreciación presupone un comportamiento individual (fuste) y no de la colonia, esto no es aplicable porque la proporción se encuentra manifestada en individuos de diferente talla. Este criterio ignora el balance que puede tener la colonia como unidad de aprovechamiento, puesto que es ella la que capta la energía para

manifestar la producción de fitomasa y la manifestación de madurez reproductiva a partir de las inflorescencias.

El aprovechamiento racional busca mantener a largo plazo la producción de fitomasa y la capacidad de regeneración, esto es factible, si se mantiene la actividad fotosintética de todos los estratos que integran la colonia. Por lo tanto, si no se modifica la estructura de la colonia o es mínimo su impacto, se puede esperar una producción sostenida.

La colonia tipo del ecotipo de valles intermontanos con 9.6 integrantes y con una densidad de 210 col/ha permitiría cortar como máximo 2 fustes por colonia, lo que daría un rendimiento de 4200 kg./ha. con las siguientes condiciones: que el peso de estos fustes esté igual o por arriba del peso de fuste promedio, y que la colonia a aprovechar cumpla o sobrepase las características de peso y número de fustes en la colonia tipo.

En el ecotipo mediterráneo con casi la mitad del rendimiento respecto al anterior y colonias de 7.46 individuos solo se podría aprovechar un fuste, lo que equivale a 1791 kg/ha.

En ecosistemas más frágiles como el montano con alta capacidad de regeneración pero poco rendimiento unitario y el desértico que tiene poca regeneración y alto rendimiento por fuste, solo se podría aprovechar un fuste por colonia, lo que da un rendimiento de 1050 kg/ha y 617 kg/ha respectivamente.

## 6.3 FENOLOGIA

### 6.3.1 COMPORTAMIENTO FENOLOGICO DE LA ESPECIE DURANTE EL CICLO FEBRERO A OCTUBRE DE 1994

El ciclo fenológico de la especie *Y. schidigera*, según los datos obtenidos dura 10 meses (enero a octubre), mientras que el ciclo reproductivo que comprende las etapas críticas de desarrollo dura 6 meses (febrero a julio), esto es importante considerarlo para el manejo del recurso.

La respuesta estacional de la *Yucca* varía considerablemente a lo largo de su distribución en el gradiente altitudinal y presenta ligeras variaciones en las fenofases, principalmente en los sitios de mayor altitud en donde el ciclo tiende a ser más corto y con el frecuente impacto de las bajas temperaturas en etapa de floración. Este efecto frecuentemente origina la aborción de estructuras reproductivas y la consecuente interrupción del ciclo de reproducción sexual.

Los resultados encontrados en cuanto al comportamiento fenológico de *Yucca* para el periodo de febrero a octubre de 1994 (Cuadro 3), en la localidad de la comunidad indígena Kiliwa, indican la definición de 9 fenofases que se traslapan unas con otras, pero que en cada una de ellas existe un punto en el que se hace más evidente. Para el Ejido Francisco R. Serrano no se obtuvieron los datos de fenología ya que el ciclo se vió interrumpido en un 100%.

En algunas de estas etapas fueron observados factores de impacto negativo evaluados en forma cualitativa y que pueden considerarse como etapas críticas y en las que debería ponerse mayor énfasis en el manejo del recurso. Estas etapas críticas fueron afectadas principalmente por roedores, aves, ganado, insectos y por el hombre.

La fenofase en la cual no existe actividad biológica aparente se le conoce como LETARGO, este periodo se encuentra entre los meses de noviembre a enero, que es atribuido principalmente a las bajas temperaturas que prevalecen en el ambiente (-2 °C aproximadamente) en el área de estudio.

Durante la fase de CRECIMIENTO VEGETATIVO ACTIVO se observó la aparición del cogollo en el centro de la roseta, el cual está formado por una gran

cantidad de hojas nuevas que presentan una coloración amarilla y que posteriormente pasarán a formar parte de la misma roseta. Seguido a esto se presentó el inicio del ciclo reproductivo (Figs 4, 5, 6 y 7), empezando por los PRIMORDIOS FLORALES que aparecen aproximadamente la segunda semana del mes de febrero; esta etapa es muy característica del ciclo, ya que cuando se inicia la aparición de la inflorescencia o primordios, éste es de color rojizo a morado. Durante estas etapas no se presentó problema alguno, debido a que las futuras inflorescencias se encontraban completamente protegidas.

Cuadro 3.- Relación de fenofases y factores críticos encontrados durante 1994 en poblaciones silvestres de *Y. schidigera* en el sitio 2 (comunidad indígena Kiliwa, Ensenada, B. C.).

PERIODOS (MESES).	ENERO T. max.= 16.5 °C T. min.= 4.6 °C	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
FENOFASES		17.9	18.7	22.0	25.8	32.0	35.6	33.7	30.2	26.0	20.4	18.6
	4.2	4.5	6.7	7.9	12.5	16.4	16.2	13.7	9.4	5.2	5.2	
LETARGO	X											
CRECIMIENTO VEGETATIVO ACTIVO	X	X										
INICIO DE PRIMORDIOS FLORALES		X	X									
CRECIMIENTO DE LA INFLORESCENCIA		X (A-R-G-H)	X									
FLORACION			X(R,G)									
ANTESIS				X								
FECONDACION				X(I)								
FRUCTIFICACION				X (A,R)	X	X	X					
MADURACION FISIOLOGICA								X(R,H)	X	X		
LETARGO											X	X

Las temperaturas máximas y mínimas corresponden al año 1992. A= aves; R=roedores; G=ganado;H=hombre; I=insectos.

A partir del CRECIMIENTO DE LA INFLORESCENCIA, cuando las flores están bien diferenciadas, empiezan a presentarse los primeros problemas ya que algunos organismos tales como las aves, roedores y el ganado vacuno e incluso el hombre, utilizan la inflorescencia como alimento, debido a que esta estructura es de



Fig.4 Aparición de los primordios florales cubiertas por las estructuras de protección.

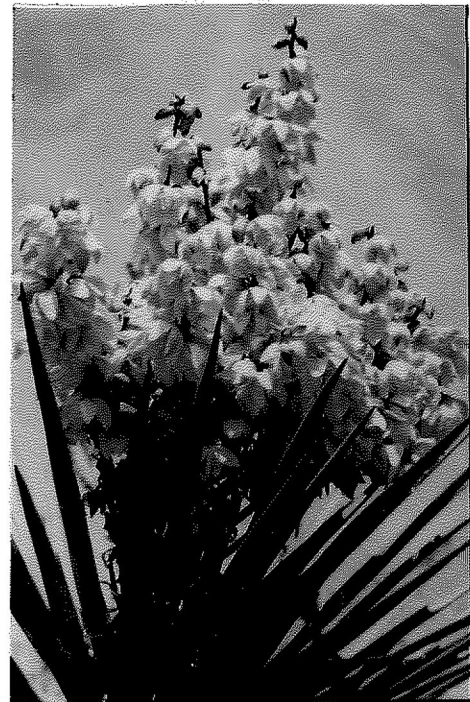


Fig.5 Planta mostrando su inflorescencia.



Fig.6 Primeros estadios de la fructificación etapa crítica con alto porcentaje de aborción.



Fig.7 Planta mostrando sus frutos completamente desarrollados.

consistencia suculenta. Esta fase se podría considerar como crítica, porque durante estos meses se presentaron algunas heladas que repercutieron en la aborción por deshidratación de los botones, que apenas empiezan a abrirse.

Durante la FLORACION, etapa en la cual más del 50% de la inflorescencia presenta botones abiertos, se produce a mediados del mes de marzo, en la que se observó bastante aborción de flores, presentando los pétalos quemados principalmente en los ecotipos de valles intermontanos, montano y mediterráneo por efecto del frío.

Durante la ANTESIS, que es cuando la antera alcanza la madurez y ocurre la dispersión de los granos de polen, que están aptos para fertilizar los ovulos de las flores, es una etapa que se inicia aproximadamente a principios del mes de abril. Seguido a ésta, a partir de la segunda semana del mes de abril empieza la aparición de la palomilla, que como lo mencionan algunos autores, este insecto es el único polinizador. Para el género *Yucca*, se señala que el insecto encargado de polinizar corresponde a *T. yuccasella*, insecto de hábitos nocturnos. En el periodo de FECUNDACION, aunque la palomilla deposita los huevecillos dentro del ovario de la flor, introduce también los granos de polen que servirán para fecundar los ovulos asegurando así que cuando los hevecillos eclosionen tendrán alimento suficiente para sobrevivir. Aquí es necesario señalar que se observó bastante aborción de flores y depredación por los organismos antes mencionados; debido a esto, pudiera considerarse esta fase como una de las más susceptibles y que se le debería poner mucho interés con fines de manejo del recurso. Después del período de fecundación que dura aproximadamente entre dos o tres semanas (Udovic, 1981), ya que se haya asegurado un porcentaje alto de fertilización de los ovulos por el insecto, si se pretendiera llevar a cabo una buena cosecha con bastante producción de semillas para fines de propagación via sexual, sería necesario cubrir las inflorescencias con redes para evitar que las futuras infrutescencias sean dañadas por los roedores principalmente, aves y el ganado. Estas infrutescencias se podrían mantener cubiertas hasta la cosecha del fruto; en condiciones de campo abierto las plantas están expuestas a todo tipo de daño.

Durante la fase de FRUCTIFICACION, que es cuando el fruto está bien definido, se observó su aparición a partir de la segunda semana del mes de abril. La aparición del fruto se presentó muy abundante, pero conforme el fruto se desarrolló, se hizo presente de nuevo el ataque por el roedor principalmente. En los dos sitios de estudio se realizaron algunos trampeos para tratar de identificar a este organismo, correspondiendo a los siguientes: para el ejido Francisco R. Serrano, se colectó el roedor *Peromyscus truei* y para la comunidad indígena Kiliwa, se colectó el roedor *Neotoma albigula*. El fruto conforme va madurando se le va formando en el exocarpo una capa viscosa y dulce, la cual atrae a una gran cantidad de insectos principalmente hormigas y pequeñas moscas, que se posan sobre los frutos alimentándose de esta sustancia azucarada. Otro factor que interviene en la depredación del fruto son las aves, ya que estas se alimentan de la parte carnosa del fruto dejando expuestas las cámaras en donde se encuentran las semillas, las cuales quedan libres para después ser consumidas por los roedores. Por último cuando el fruto está completamente maduro (MADUREZ FISIOLÓGICA), en el caso de la comunidad indígena Kiliwa, las personas que integran ésta comunidad utilizan el fruto como alimento y realizan la cosecha durante los meses de agosto a octubre. En comunicación personal con algunos de los representantes de la comunidad, mencionaron que utilizan el fruto (dátil) como alimento; cuando el fruto está completamente maduro le quitan la parte carnosa (exocarpo) y lo ponen a secar al sol obteniéndose un alimento dulce y de sabor agradable. Con las semillas, algunas personas principalmente las mujeres, las utilizan como artesanías para la fabricación de collares y pulseras, atravesando las semillas con aguja e hilo. En el cuadro anterior vemos representados los estadios o fases que integran el ciclo reproductivo sexual de *Y. schidigera*, este proceso varía de un año a otro y entre los ecotipos diferenciados. Es importante mencionar que las condiciones ambientales de un año a otro varían mucho y no se puede predecir con certeza cuál será el comportamiento de esta planta, así es que para llevar a cabo un plan de aprovechamiento es necesario considerar cada una de las fenofases.

#### 6.4 DINAMICA REPRODUCTIVA SEXUAL DE *Yucca schidigera*

Los resultados que se presentan en el Cuadro 4, corresponden a la comunidad indígena Kiliwa, en él se pueden observar los datos obtenidos durante el ciclo fenológico de febrero a octubre de 1994.

Cuadro 4.- Comportamiento promedio del efecto del tamaño de colonia sobre caracteres reproductivos de *Y. schidigera*..

Tratamiento	Número de flores.	Número de frutos	Peso de la semilla.	Semilla sana.	Semilla dañada.	Semilla mal cicatrizada.	Semilla vana.	% de prendimiento.	% de viabilidad.
I-3	641	112	0.514 gr	1442	1172	191	1502	17.47	69.75
II-4	313	15	0.229 gr	931	469	44	773	4.79	69.50
II-5	821	26	0.450 gr	222	181	6	0	3.16	48.50
III-3	324	10	0.590 gr	383	27	4	296	3.08	79.00
III-4	696	26	0.780 gr	317	138	57	338	3.73	47.50
IV-1	1183	404	2.108 gr	21867	1817	1007	9387	34.15	0.0
IV-1 (2)	1169	500	2.382 gr	23972	3966	1318	11867	42.77	63.00
IV-3	1136	126	1.280 gr	5075	884	254	4066	11.09	24.00
IV-3 (2)	966	115	0.808 gr	4462	520	194	2762	11.90	55.00
V-5	336	100	0.456 gr	2795	139	118	1664	29.76	10.00

Estos datos indican que la capacidad de reproducción sexual se incrementa al aumentar el tamaño de la colonia, ya que con colonias de cuatro rosetas el número de inflorescencias se incrementó a dos y en general se presentaron diferencias significativas en los parámetros evaluados entre las colonias de cuatro rosetas respecto a las de dos y tres, mas no hubo diferencias entre estos dos últimos.

Colonias con una sola roseta fueron fuertemente depredadas por roedores, aves y principalmente por el ganado vacuno, por lo que al final del ciclo solo se logró coleccionar los frutos de un solo ejemplar. Colonias con cinco rosetas presentaron el mismo problema, en cuanto a que solo se tomó la inflorescencia de un ejemplar; aquí el principal daño fue por roedores ya que consumieron toda la inflorescencia.

Durante el ciclo fenológico para el año 1995, no se pudo evaluar debido a que se presentaron heladas tardías que quemaron todas las inflorescencias.

La eficiencia reproductiva se manifestó en el porcentaje de prendimiento de flores a frutos (Cuadro 5), en los tratamientos con 2 ó 3 rosetas apenas se sobrepasó el 3.5%, mientras que en el tratamiento de 4 rosetas el 25.7% de las flores llegaron a fruto, esto marca la importancia de la actividad fotosintética de la colonia en el llenado del fruto.

Cuadro 5.- Características para cada uno de los tratamientos en cuanto a eficiencia reproductiva.

Tratamiento	No. de flores	No. de frutos	% de eficiencia reprod.	No. de semillas	% de viabilidad.
I	641	112	17.47 %	1442	69.75 %
II	567	21	3.70 %	576	59.00 %
III	510	18	3.52 %	350	63.25 %
IV	1113	286	25.7 %	13844	36.00 %
V	336	100	29.76 %	2795	10.00 %

Aunque el número promedio de frutos (286) y su peso fue considerablemente superior en el tratamiento de 4 rosetas, el porcentaje de germinación se redujo aproximadamente en un 20%, posiblemente por la competencia interna por fotosintatos para el llenado del fruto, esa misma competencia se reflejó en un 80% de semillas con algún tipo de daño y un 90% de semillas vanas, lo que demuestra una marcada preferencia del polinizador para ovipositar en inflorescencias más grandes, esto coincide con los resultados de Udovic (1981), para *Y. whipplei*. Los tratamientos con 1, 2 y 3 rosetas formaron pocos frutos y semillas, el daño en semillas fue de un 8.5% y las semillas vanas en un 5%. Sin embargo, el porcentaje de germinación fue mayor para los tres primeros tratamientos.

El número de orificios en el fruto no mostró una relación con el tratamiento, ni con el tamaño y número de flores.

## 6.5 EFICIENCIA REPRODUCTIVA SEXUAL

Cada población silvestre tiene un pool o juego genético en sus poblaciones naturales, que logró a partir de la reproducción sexual y asexual durante cientos o miles de años y en donde sólo estuvo sujeta a la perturbación natural. Con el uso tradicional y actualmente con el uso intensivo de las poblaciones, el flujo de información genética entre generaciones que se tenía, se ve interrumpido por diferentes factores. La *Y. schidigera* no es la excepción de esto, puesto que en la actualidad en ninguna de las poblaciones naturales se ha encontrado regeneración por semilla (De Anda, *et al.* 1985; Comanor y Clark, 1984), a pesar de presentar una germinación promedio superior al 80% (Sandoval, 1980), entonces surge la pregunta: cuales son las causas?. En los muestreos de campo se encontró lo siguiente:

a).- Las plantas que llegan a la floración, lo hacen sólo en años con buena lluvia.

b).- Las poblaciones naturales, no presentan arriba del 10% de colonias con flor.

c).- La palomilla (*Tegeticula* spp.) que se encarga de la polinización, consume como larva aproximadamente el 30% de la semilla, pudiendo en algunos casos llegar hasta el 64% (Powell, 1966; Davis, 1967; Ridaura, 1980; Matuda y Piña, 1980; Udovic, 1981; Addicot, 1986; Dood y Linhart, 1994; Craig, *et al.* 1994).

d).- Un porcentaje aún no definido de flores, frutos y semillas es consumido por humanos y la fauna asociada en la que destacan el ganado vacuno, los roedores y aves (Amaro, 1980; Gómez, 1982; Peralta, 1994).

e).- Plantas que tienen un solo tallo son altamente depredadas por el ganado vacuno por su más fácil exposición (Obs. pers.).

f).- Las poblaciones ubicadas cerca de los 1000 m de altitud, frecuentemente están expuestas a daño por heladas tardías, las que deshidratan las flores y eliminan la posibilidad de llegar a formar semilla (aborción).

g).- La talla que indica madurez para cosecha (2 a 2.5 m), generalmente coincide con la talla reproductiva (según las NOM005-SEMARNAP-1995), entonces existe la posibilidad de que se eliminen individuos que podrán llegar a formar semilla.

Lo mejor que podría hacerse para conservar el pool genético y el flujo de información genética entre generaciones sería:

1).- Definir la tasa de aprovechamiento de acuerdo al nivel de producción de fitomasa por colonia y por unidad de superficie.

2).- Para recuperar el flujo genético sería indispensable reducir al máximo los factores que están reduciendo la posibilidad de formar semilla (incisos: d, e y g).

3).- Propiciar un programa de control de depredadores de flor, fruto, semilla y plántulas.

4).- Establecer un programa de propagación masiva de *Y. schidigera* via sexual y asexual.

Estos resultados coinciden con lo encontrado por otros autores (Tuxtill, *et al.* 1995; Valiente, 1995), quienes consideran que para la conservación *in-situ* es necesario el conocimiento de las relaciones bióticas claves para la estabilidad poblacional y para evitar el deterioro, entre las que se encuentran: los polinizadores, dispersores de semilla, la germinación y establecimiento, las plantas nodrizas y los simbiontes microbiológicos.

## 6.6 GERMINACION

Como se puede observar a continuación (Cuadro 6), se realizaron cuatro pruebas de germinación y para estos ensayos se utilizaron 25 semillas por tratamiento, considerándose también el peso de las mismas, los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

En las pruebas que se realizaron para conocer el porcentaje de viabilidad de las semillas, se observa que el mayor porcentaje de germinación está en los primeros tratamientos o sea en colonias con menor número de plantas (Figs. 8 y 9), notándose que el óptimo de germinación está en el tratamiento III.



Fig.8 Prueba de germinación de los primeros  
tratamientos.

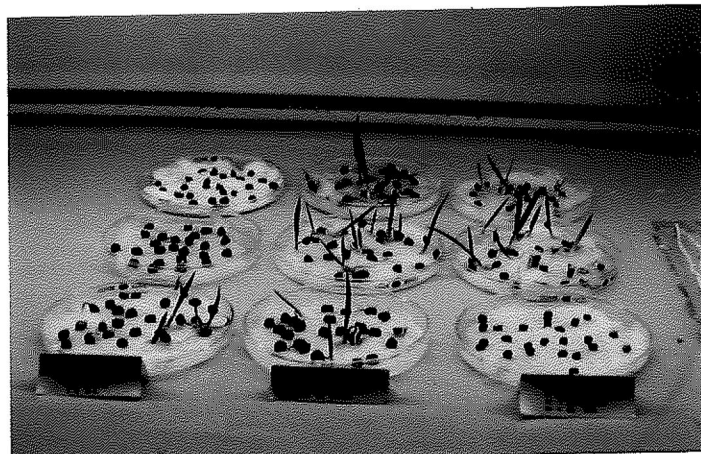


Fig.9 Prueba de germinación de los últimos  
tratamientos.

En el caso del tratamiento IV-1, en todas las pruebas realizadas no se obtuvo resultado positivo. Conforme aumenta el número de plantas por colonia, la capacidad de germinación disminuye, así como también se puede observar que conforme aumenta el número de plantas por colonia, aumenta el número de semillas; pero según las pruebas de germinación realizadas, éstas son de menor calidad y esto se puede comprobar si se observa el total de semillas. Inclusive en los primeros tratamientos (I, II y III) cuando se realizó la cosecha de los frutos, se obtuvo menor cantidad de los mismos con respecto a los tratamientos IV y V.

Cuadro 6.- Comportamiento de la semilla en las diferentes pruebas de germinación, para los tratamientos I al V.

Fecha Tratamiento	3 de Marzo de 1995.	19 de Agosto de 1995.	13 de Agosto de 1996.	6 de Septiembre de 1996.	% total de germinación.
I-3	72% (4.2 gr)	81% (4.5 gr)	50%	76%	69.75%
II-4	92% (4.0 gr)	96% (4.1 gr)	18%	72%	69.50%
II-5	72% (4.2 gr)	96% (4.4 gr)	06%	20%	48.50%
III-3	96% (3.4 gr)	100% (3.8 gr)	52%	68%	79.00%
III-4	64% (3.4 gr)	84% (3.7 gr)	30%	12%	47.50%
IV-1	0.0% (2.2 gr)	0.0% (2.3 gr)	0.0%	0.0%	0.0%
IV-1 (2)	64% (2.1 gr)	72% (2.1 gr)	48%	68%	63.00%
IV-3	40% (3.8 gr)	52% (4.1 gr)	4%	0.0%	24.00%
IV-3 (2)	72% (3.7 gr)	72% (4.0 gr)	16%	60%	55.00%
V-5	16% (3.4 gr)	12% (3.7 gr)	4%	08%	10.00%

En el caso del tratamiento IV-1, en todas las pruebas realizadas no se obtuvo resultado positivo. Conforme aumenta el número de plantas por colonia, la capacidad de germinación disminuye, así como también se puede observar que conforme aumenta el número de plantas por colonia, aumenta el número de semillas, pero según las pruebas de germinación realizadas, éstas son de menor calidad y esto se puede comprobar si se observa el total de semillas. Inclusive en los primeros tratamientos (I, II y III) cuando se realizó la cosecha de los frutos, se obtuvo menor cantidad de los mismos con respecto a los tratamientos IV y V.

En los primeros dos ensayos, para conocer viabilidad de las semillas se tomó en cuenta la cantidad de 25 semillas por tratamiento, estas 25 semillas fueron seleccionadas al azar y pesadas. Posteriormente se lavaron con una solución de hipoclorito de sodio al 10% durante 10 minutos, y enseguida se lavaron con suficiente agua destilada para eliminar el excedente de hipoclorito. Esto fue con el fin de desinfectar las semillas y eliminar un poco el posible riesgo de contaminación.

Los valores en cuanto a porcentaje de germinación para los ensayos del 13 de agosto y 6 de septiembre de 1996, bajaron considerablemente con respecto a los del 3 de marzo y 19 de agosto de 1995. Esto podría ser consecuencia de pérdida de viabilidad por almacenamiento, ya que no tuvieron una temperatura adecuada y no propiamente es atribuible al efecto del tratamiento.

El efecto del tratamiento no podría ser el factor responsable, ya que todos tuvieron la oportunidad de llenar el fruto con semillas viables. La disminución del porcentaje de germinación fue en general para todos los tratamientos, en el tercero y cuarto ensayo.

El tratamiento que definitivamente conservó su respuesta fue el IV-1, ya que sólo en este caso se puede atribuir la falta de viabilidad por efecto de competencia o incapacidad para llenar y madurar el fruto, debido a que existe un mayor esfuerzo fisiológico.

En cuanto al peso de la semilla, se observa que los primeros tratamientos poseen mejores valores; esto podría sugerir que las semillas son de mejor calidad, ya que conforme aumenta el número de individuos por colonia el peso de la semilla disminuye, también disminuye el porcentaje de germinación.

En los diferentes ensayos para conocer viabilidad, se observó que las semillas empezaron a germinar a partir del sexto día, esto podría sugerir que la calidad de la semilla es buena y es necesario considerarlo para la selección de semilla, en caso de que se quisiera propagar ésta especie por vía sexual.

## 6.7 ESTABLECIMIENTO

El establecimiento de plántulas en condiciones naturales provenientes de semilla, es el punto clave para mantener el flujo de información genética poblacional; sin embargo, el mantenimiento de esta información genética en poblaciones naturales depende de la conservación de esa variación genética representada en sus colonias, de ahí la importancia de mantener la representación de las mismas.

Los resultados del experimento conducido de febrero de 1994 a febrero de 1995 (Fig. 10), nos indican que en un período de 9 meses, el 99% de las plántulas sin protección de malla de plástico son eliminadas por roedores y lagomorfos, al estar protegidas el 73% logra la sobrevivencia, con lo que se muestra la efectividad del método en programas de reforestación y/o plantaciones comerciales.

En las primeras etapas del establecimiento, se observó el daño por heladas tardías en el 37% del experimento, este daño es parcial porque sólo quemó las hojas expuestas y después se mostró la tendencia a regenerar nuevamente las mismas. Sólo con heladas muy intensas que lleguen a afectar el meristemo apical bajo el suelo, no se presenta la regeneración.

La sequía que se manifestó por el marchitamiento y deshidratación de hojas, alcanzó su máxima expresión en el mes de julio y afectó en promedio al 36% de las plantas, pero este daño no fue definitivo, porque después se presentó regeneración. Las bajas por sequía no sobrepasaron el 10%.

Con la malla de plástico rígida se tuvo una sobrevivencia del 73%, lo que muestra su efecto protector, solo el 10% de plantas con malla fueron afectadas por roedores y lagomorfos, bien sea por las deficiencias en la colocación de la malla o por la eliminación de ésta por los roedores.

Esto nos lleva a la conclusión de que en condiciones naturales se ha perdido la capacidad de regeneración sexual por varios factores y que el principal de ellos son los roedores y lagomorfos, por lo que se hacen necesarios los métodos de control y/o protección artificial con mallas. Por otra parte, la variación genética que poseen las poblaciones de *Yucca* representada por sus colonias puede perderse paulatinamente, si

## FACTORES QUE INCIDEN EN EL ESTABLECIMIENTO DE YUCCA

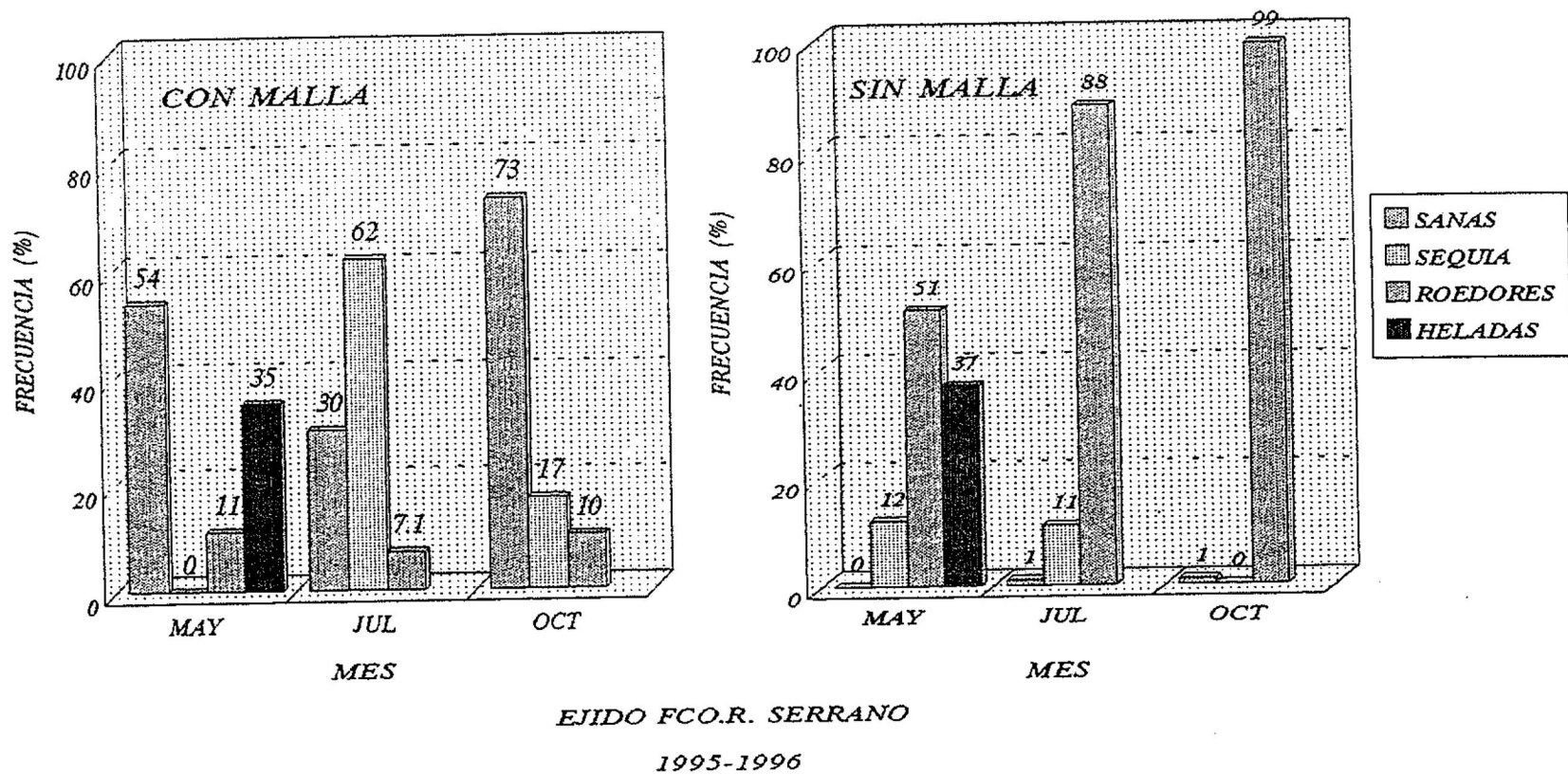


Fig. 10 Factores que influyen en el establecimiento de *Yucca schidigera*.

no se le considera a la colonia como unidad de manejo o si se intensifica o hacen malos aprovechamientos al eliminar colonias completas.

Un ciclo de corta se define considerando que la población se ha regenerado y para el caso de *Y. schidigera* es no menor de 15 años, según la NOM-005-SEMARNAP-1995 (D.O.F. 12/01/1995). Este criterio aplicado indistintamente a cualquier población, pone en seria desventaja a los ecotipos montano y desertico, que por su efecto ambiental y baja productividad, tendrían forzosamente que tener un ciclo de 3 a 5 veces mas largo para poder regenerar la fitomasa cosechada siempre y cuando no estuvieran sometidos a factores de deterioro. Aún en ecotipos productivos como los de valles intermontanos y mediterráneo, el ciclo de corta oficial resulta riesgoso con un promedio de crecimiento de 2 cm por año.

## 7. CONCLUSIONES

Las conclusiones que se derivan de este trabajo son:

1.- Fueron observadas diferencias significativas en cuanto a la productividad de fitomasa aérea aprovechable entre poblaciones, originada ésta por efecto de las condiciones ambientales.

2.- Se detectaron 4 ecotipos de *Yucca schidigera*, los cuales a su vez formaron 2 grupos en cuanto a su respuesta a la productividad de fitomasa aérea aprovechable, 2 de estos ecotipos fueron afectados por condiciones ambientales extremas (frio o calor) y 2 con condiciones ambientales óptimas para alta productividad pero con diferencias en sus características estructurales.

3.- Reconocer las diferencias que existen entre poblaciones silvestres respecto a niveles de productividad, puede orientar respecto a los niveles de aprovechamiento.

4.- Fueron detectadas 9 fenofases en el ciclo fenológico de *Y. schidigera*, siendo éstas afectadas por diferentes factores tanto bióticos como abióticos, que pueden ser considerados como críticos ya que causan impacto dentro de la población; siendo 4 de estos en orden de importancia los siguientes:

a) uso intensivo de poblaciones, en el cual coincide la talla de aprovechamiento con la talla reproductiva.

b) consumo de inflorescencias por el ganado vacuno.

c) consumo de flores y semillas por el hombre, aves, roedores e insectos.

d) daño de flores debido al efecto por frio (heladas tardías).

5.- Conocer la fenología (ciclo fenológico), de la especie nos permite planear los ciclos de aprovechamiento, sin afectar algunas de las etapas que son esenciales para la propagación y conservación del recurso.

6.- Las colonias con 3 fustes y al menos una inflorescencia, son las más adecuadas para la reproducción sexual con fines de propagación, ya que aseguran casi el 100% de germinación.

7.- La calidad de las semillas manifestada por el porcentaje de germinación, se ve restringida por efecto de la competencia para el llenado del fruto y por el almacenamiento, por lo que es recomendable que en programas de propagación con fines de reforestación, se utilice semilla cuyo origen sea el mismo año.

8.- El establecimiento de plántulas en condiciones naturales es nulo, debido a la alta depredación por roedores y lagomorfos y sólo mediante el uso de malla protectora, se puede asegurar una sobrevivencia efectiva al menos durante el primer año.

9.- El manejo de poblaciones clonales como la *Y. schidigera*, debe tender hacia la conservación de la estructura vertical y horizontal de la unidad de manejo que es la colonia.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Ackerman, T.L.; E.M. Romney; A. Wallace y J.E. Kinnear. 1980. Phenology of Desert Shrubs in Southern Nye County, Nevada Great Basin Naturalist Memoirs No.4. Brigham Young University, Utah. 4-23 pp.
- Addicott, J. F. 1986. Variation in the Costs and Benefits of Mutualism: The Interaction Between Yuccas and Yucca Moths. *Oecologia*, 70:486-494.
- Amaro, J. E. 1980. Necesidades de Incorporar al Aprovechamiento las Areas Cubiertas de Izote (*Yucca* sp.) en Baja California. Memorias de la Primera Reunión Nacional Sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las Plantas Útiles del Desierto. Publicación Especial No. 31. I.N.I.F. pp. 130-138. Monterrey, N.L.
- Arnott, H. J. 1962. The Seed Germination and Seedlings of *Yucca*. Berkeley, University of California Press. 35:1-164 pp.
- Cameron, G. N. y A. G. Rainey. 1972. Habitat Utilization by *Neotoma lepida* in the Mojave Desert. *Jour. Mammal.* 53:251-266.
- Campbell, R. S. y J. G. Keller. 1932. Growth and Reproduction of *Yucca elata*. *Ecology*. 13:363-370.
- Castellón, O. J y J. I. Sepúlveda, 1995. Métodos de Propagación Biotecnológicos y Convencionales en Especies Agroindustriales de Zonas Áridas. p.227-268. En: Izquierdo, J. y G. Palomino (Eds.). Técnicas Convencionales y Biotecnológicas para la Propagación de Plantas de Zonas Áridas. FAO, PNUMA, IBUNAM. 305 p. Santiago de Chile.
- Cavazos, D. R. y A. Arredondo. 1981. Características Ecológicas, Distribución y Utilización Actual y Potencial de *Yucca* sp. en San Luis Potosí. Memoria del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S.A.R.H. Publicación Especial No. 31:121-124 pp. Monterrey, N.L.
- CEPAL/PNUMA. 1990. Ecosistemas: Conceptos Fundamentales. Comercio Exterior, Vol. Num. 12:1131-1134 pp.

- CETENAL. 1976. Carta Geológica del Ejido Francisco R. Serrano, Ensenada, Baja California. H11B35 Esc. 1:50,000. México.
- , 1974. Carta Topográfica del Ejido Francisco R. Serrano, Ensenada, Baja California. H11B35 Esc. 1:50,000. México.
- Comanor, P. L. y W. H. Clark. 1988. Productivity Pattern in a Baja California, México, Population of *Yucca schidigera*. Cactus and Succulent Journal (U.S). Vol. 60:138-142.
- COTECOCA. 1979. Coeficiente de agostadero del Ejido Francisco R. Serrano, Ensenada, Baja California. Secretaria de Agricultura y Ganaderia. Reporte interno no publicado.
- Coyle, J. y N. C. Roberts. 1975. A Field Guide to the Common and Interesting Plants of Baja California. 206 pp. Natural History Publishing Co. La Jolla, California.
- Craig, D. J. ; M. T. Hoffman; D. L. Lighfoot; G. S. Forbes y W. L. Whitford. 1994. Fruit Abortion in *Yucca elata* and its Implications for the Mutualistic Association With yucca moths. Oikos. 69:207-216.
- Davis, D. R. 1967. A Revision of the Moth of the Subfamily Prodominae (Lepidoptera Incurvariidae). Washington Smithsonian Institute Museum of Natural History. 1-162.
- De Anda, P. M. y Grijalva, R. M. 1985. Estudio Sobre la Reproducción Sexual y Asexual de *Yucca schidigera* Roehl ex Orgies en el Ejido Francisco R. Serrano, Ensenada, Baja California. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Baja California.
- Dodd, R. J. y Y. B. Linhart. 1994. Reproductive Consequences of Interactions Between *Yucca glauca* (Agavaceae) and *Tegeticula yuccasella* (Lepidoptera) in Colorado. American Journal of Botany 81(7): 815-825.
- Dominguez, X. A. 1979. Quimiotaxonomía del Género *Yucca*. CIQA. III. Conferencia Anual Internacional Sección *Yucca*. 185-198 pp. Saltillo, Coahuila.

- Flores, H. A. y R. C. Buenaventura. 1991. Características de la Explotación de palmilla (*Yucca schidigera* Roezl ex Ortgies) en el Valle de la Trinidad, Baja California. *Cactaceas y Suculentas Mexicanas* 36: 10-15.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de clasificación climática de Koeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 2a. Edición. Instituto de Geografía, U.N.A.M., México.
- Gentry, H. S. 1979. The Nature of *Yucca* and Problems With Their Exploitation. CIQA, III. Conferencia Anual Internacional Sección *Yucca*. 125-133 pp. Saltillo, Coahuila.
- Gómez, V. F. 1992. Aprovechamiento Actual y Potencial de Palmilla (*Yucca schidigera* Roezl ex Ortgies) en el Estado de Baja California. Tesis Profesional de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Hasting, J. M.; R. M. Turner y D. K. Warren. 1972. An Atlas of Some Plants Distributions in Sonoran Desert. University of Arizona. Institute of Atmospheric Physics. Technical Reports on the Meteorology and Climatology of Arid Regions. No. 21. 216 pp. Tucson, Arizona.
- Hunter, R. B.; A. Wallace y E. M. Romney. 1980. Fencing Enhances Shrubs Survival and Growth for Mohave Desert Revegetation. *Great Basin Naturalist*. Memoirs No. 4. Brigham Young University, Utah. 212-215 pp.
- Hutchinson, J. 1969. *Evolution and Phylogeny of Flowering Plants*. Academic Press. London.
- INEGI. 1985. Cartas de efectos climáticos. San Felipe. H11-3 escala 1:250,000.
- Kearny, T. H. y R. H. Peebles. 1969. *Arizona Flora*. University California Press. 1085 pp.
- Keeley, J.E.; S.C. Keeley; C.C. Swift y J. Lee. 1984. Seed Predation due to the yucca-moth symbiosis. *Amer. Midl. Natur.* 112:187-191.
- Keeley, J.E. y D.A. Tufenkian. 1986. Garden Comparision of Germination and Seedling Growth of *Yucca whipplei* Subspecies (Agavaceae). *Madroño*. Vol. 31. No. 1. pp. 24-29.

- Matuda, E. y Piña L. I. 1980. Las Plantas Mexicanas del Género *Yucca*. Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. México.
- McCleary, J. A. y A. Wagner. 1973. Comparative Germination and Early Growth of Six Species of the Genus *Yucca*. Amer. Mdl. Nat. 90(2):503-508 pp.
- McKelvey, S. D. 1947. Yuccas of the Southwestern United States II. 1-192 pp. Jamaica Plain Massachusetts.
- Nava, R.; R. Armijo y J. Gastón. 1979. Ecosistema: La Unidad de la Naturaleza y el Hombre. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Serie de Recursos Naturales, Saltillo, Coahuila, México.
- Ochurte, C. 1994. Comunidad indígena Kiliwa. Comunicación personal.
- Peralta, B. 1994. Comunidad indígena Pai pai. Comunicación personal.
- Periodico Oficial de la Federación. 1994. Norma Oficial Mexicana de Emergencia. NOM-SEMARNAP-1995. Publicada el 12 de enero de 1996.
- Piña, L. I. 1981. Las Plantas del Género *Yucca* de la Baja California. Memoria del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. S.A.R.H. Publicación Especial No. 31:121-129 pp. Monterrey, Nuevo León.
- Powell, J. A. y R. A. Mackie. 1966. Biological Interrelationship of Moths and *Yucca whipplei*, Lepidoptera: Gelechiidae, Blastobasidae, Prodoxidae. Berkeley University of California Press.
- Quintero, A. 1983. A Handbook of Plant Cell Culture. 5 Ornamental Species. Edited by P. V. Ammirato; D. A. Evans, W. R. Sharp and Y. P. S. Bajaj. McGraw Hill. New York, U. S. A. pp. 783-799.
- Ridaura, S. V. 1980. *Yucca*. Desierto y Ciencia. CIQA. Año II (22): 4-9 pp.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. 237-282. México.
- Sánchez, M. J. J. 1981. *Yucca*. Segunda Parte. Desierto y Ciencia. No.3. pp.25-29.
- Sandoval, Ch. G. 1980. Algunas Consideraciones Sobre *Yucca schidigera* y Su Aprovechamiento. Memorias de la Primera Reunion Nacional Sobre Ecología, Manejo y Domesticación de las Plantas Utiles del Desierto. Publicación Especial No. 31. INIF. 129-153 pp. Monterrey, N. L.

- Schaffer, W. M. y M. V. Scahffer. 1979. The Adaptive Significance of Variations in Reproductive Habit in the Agavaceae II: Pollinator Foraging Behavior and Selection or Increased Reproductive Expenditure. *Ecology*. 60(5). pp.1051-1069.
- Sepulveda, B. J. I. 1994. Informe de Investigaciones Realizadas en Palmilla (*Yucca schidigera*) en el Estado de Baja California. SARH-INIFAP-CAECE.
- Shreve, F. 1951. Vegetation of the Sonoran Desert. *Carn. Inst. Wash. Publ.* 591:21.
- Shreve, F. y I. L. Wiggins. 1964. *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*. Stanford University Press. Stanford.
- Tuxtill, J. ; G. Nabham ; B. Drexler y D. Norman. 1995. In-Situ Conservation of Threatened Plant Resources: Their Management in Protected Areas. *Native Seeds/SEARCH*. Tucson, Arizona. U. S. A. 59 p.
- Udovic, D. 1981. Determinants of Fruit Set in *Yucca whipplei*: Reproductive Expenditure vs. Pollinator Availability. *Oecologia (Berl)* 48:389-399.
- Valiente- Banuet, A.; P. Dávila; M. Arizmendi; A. Rojas y A. Casas. 1995. Bases Ecológicas del Desarrollo Sustentable en Zonas Aridas: El Caso de los Bosques de Cactáceas Columnares en el Valle de Tehuacan y Baja California Sur, México. En: IV Curso Sobre Desertificación y Desarrollo Sustentable en América Latina y El Caribe. PNUMA. FAO. Colegio de Postgraduados Montecillo, Estado de México. México. pp 20-36.
- Webber, J. 1953. *Yuccas of the Southwest*. *Agric. Mon.* 17, 6-91. U.S.A.
- Wettstein, R. 1944. *Tratado de Botánica Sistemática*. Edit. Labor, S. A.
- Wiggins, I. L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press. Stanford. 1025 pp.
- Zar, J. H. 1984. *Biostatistical Analysis*. Ed. Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, N. J. U. S. A.