

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS BIOLOGICAS



ESTUDIO SOBRE LA REPRODUCCION SEXUAL Y ASEXUAL
DE Yucca schidigera Roezl ex Ortgies EN EL EJIDO
FRANCISCO R. SERRANO, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.

TESIS PROFESIONAL QUE COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE

B I O L O G O

PRESENTAN

MARGARITA DE ANDA PEREZ

MARIA NOHEMI GRIJALVA RAMIREZ

ENSENADA, B. C.

AGOSTO 1985

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA
ESCUELA SUPERIOR DE CIENCIAS BIOLOGICAS

ESTUDIO SOBRE LA REPRODUCCION SEXUAL Y ASEXUAL DE Yucca
schidigera Roezl ex Ortgies EN EL EJIDO FRANCISCO R.
SERRANO, ENSENADA, BAJA CALIFORNIA.

TESIS PROFESIONAL QUE COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE

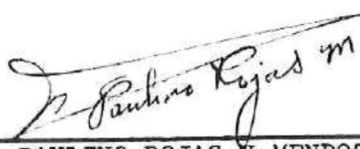
B I O L O G O

PRESENTAN

MARGARITA DE ANDA PEREZ

MARIA NOHEMI GRIJALVA RAMIREZ

SINODALES



DR. PAULINO ROJAS Y MENDOZA
DIRECTOR.

BIOL. EUSEBIO BARRETO ESTRADA
SECRETARIO.

BIOL. JOSE DELGADILLO RODRIGUEZ
1er. VOCAL.

ING. JOSE M. FERNANDEZ GALVAN
2do. VOCAL.

BIOL. OSCAR ORTEGA REYES
3er. VOCAL.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. Oscar Paulín Ramírez nuestro agradecimiento por su valiosa orientación y supervisión de este trabajo.

Al Dr. Paulino Rojas y Mendoza agradecemos especialmente la oportuna y valiosa ayuda como Director de Tesis, por sus consejos y sugerencias y revisión del manuscrito.

Nuestra sincera gratitud a los sinodales: Ing. José M. Fernández G., Biól. José Delgadillo R., Biól. Eusebio Barreto E., Biól. Oscar Ortega R. por la revisión del manuscrito y crítica del mismo.

Nuestro agradecimiento a los maestros y compañeros de la Escuela Superior de Ciencias Biológicas y a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en

trabajo de campo y en la toma de fotografías de campo. Arnulfo Estrada R.

Con especial agradecimiento y cariño para nuestros familiares por su apoyo y comprensión.

INDICE

	Página
INDICE DE TABLAS.....	II
INDICE DE FIGURAS.....	III
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
INTRODUCCION.....	1
ANTECEDENTES.....	4
OBJETIVOS.....	22
DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO.....	23
MATERIALES Y METODOS.....	29
RESULTADOS.....	31
DISCUSION.....	52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
LITERATURA CITADA.....	70

INDICE DE TABLAS

Página

Tabla I.	Cantidad de fustes de <u>Y. schidigera</u> autorizada y cantidad aprovechada en el Ejido Fco. R. Serrano....	17
Tabla II.	Rendimiento y aprovechamiento de <u>Y. schidigera</u> en el Ejido Fco. R. Serrano según (Amaro, 1982; Subsecretaría Forestal y de la Fauna, 1984).....	17
Tabla III.	Análisis de suelo de una muestra tomada en el Ejido Fco. R. Serrano, evaluado en el laboratorio de Residencia de Unidades de Riego, SARH, Ensenada, Baja California.....	26
Tabla IV.	Germinación final de semillas de <u>Yucca schidigera</u> por tratamiento en invernadero.....	35
Tabla V.	Análisis de varianza para la germinación final de semillas de <u>Yucca schidigera</u> por tratamiento en invernadero.....	35
Tabla VI.	Número de plántulas obtenidas por semilla de <u>Yucca schidigera</u> por tratamiento en invernadero.....	37
Tabla VII.	Análisis de varianza para el número de plántulas obtenidas por semilla de <u>Y. schidigera</u> por tratamiento en invernadero.....	37
Tabla VIII.	Velocidad de crecimiento de plantas de <u>Yucca schidigera</u> en invernadero y en el campo.....	40
Tabla IX.	Porcentaje de sobrevivencia de plantas de <u>Yucca schidigera</u> trasplantadas en el área de explotación del Ejido Fco. R. Serrano.....	44
Tabla X.	Número de hojas muertas en rosetas de <u>Y. schidigera</u> tratadas con hormonas y sin tratar, plantadas en el área de explotación del Ejido Fco. R. Serrano.....	48

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Planta de <u>Yucca schidigera</u> con su inflorescencia en el Ejido Francisco R. Serrano.....	8
Figura 2. Plantas de <u>Yucca schidigera</u> con sus frutos en el Ejido Fco. R. Serrano.....	8
Figura 3. Semillas de <u>Yucca schidigera</u> colectadas en el Ejido Fco. R. Serrano en agosto de 1982. Semillas planas (izquierda); semillas redondas (derecha); larva de <u>Tegeticula sp.</u> (centro).....	9
Figura 4. Fruto de <u>Yucca</u> y su relación con las semillas. S: margen septal; L: margen locular; punteadas: pared del ovario y placenta; obscuro: falso septo; entrecruzadas: semillas, según Arnott (1962).....	11
Figura 5. Planta de <u>Yucca schidigera</u> en el Ejido Fco. R. Serrano con una roseta vigorosa y una altura aproximada de 3.0 m.....	14
Figura 6. Usos tradicionales y potenciales de <u>Yucca</u> según Ridaura (1980).....	18
Figura 7. Distribución geográfica de <u>Yucca schidigera</u> en el desierto Sonorense y de América del Norte, según Hastings, <u>et al.</u> (1972).....	21
Figura 8. Localización del área de estudio en el Ejido Francisco R. Serrano, CETENAL (1974).....	24
Figura 9. Temperatura y precipitación media mensual registradas en el Ejido Fco. R. Serrano durante 1983 y 1984.	27
Figuras 10 y 11. Porcentaje de germinación de semillas planas (arriba), y semillas redondas (abajo) de <u>Y. schidigera</u> en invernadero con respecto al tiempo por tratamiento.....	36
Figuras 12 y 13. Porcentaje de plántulas obtenidas por semilla plana (arriba) y porcentaje de plántulas obtenidas -	

	por semilla redonda (abajo) de <u>Y. schidigera</u> en invernadero con respecto al tiempo por tratamiento.....	38
Figura 14.	La emergencia de la primera hoja del suelo de plántulas de <u>Y. schidigera</u> en invernadero ocurrió en un lapso de 11 días.....	39
Figura 15.	Las plántulas de <u>Y. schidigera</u> a los 6 meses de edad mostraron una altura promedio de 8.6 cm en invernadero.....	39
Figura 16.	Las plántulas de <u>Y. schidigera</u> a los 12 meses de edad mostraron una altura promedio de 11.2 cm en invernadero.....	41
Figura 17.	Plántulas de <u>Y. schidigera</u> con un sistema de raíz carnososo y fibroso.....	41
Figura 18.	Histograma de frecuencia de altura de plántulas de <u>Y. schidigera</u> a los 6 meses de edad durante el trasplante al Ejido Fco. R. Serrano.....	42
Figura 19.	Histograma de frecuencia de altura de plántulas de <u>Y. schidigera</u> a los 12 meses de edad durante el trasplante al Ejido Fco. R. Serrano.....	43
Figura 20.	Planta de <u>Yucca schidigera</u> con alto vigor en sus hojas un año después de su trasplante al Ejido Francisco R. Serrano.....	45
Figura 21.	Planta de <u>Yucca schidigera</u> de 24 meses de edad con todas sus hojas ramoneadas por la fauna silvestre en el Ejido Francisco R. Serrano.....	46
Figura 22.	Distribución de frecuencia de plantas vivas de <u>Y. schidigera</u> trasplantadas al Ejido Fco. R. Serrano; temperatura media mensual y precipitación media mensual registradas durante el período (1983-1984). 47	47

Figura 23.	Roseta de <u>Y. schidigera</u> tratada con hormonas resultando con todas sus hojas muertas y sin raíces formadas un año después de su plantación (24 de septiembre de 1983) en el Ejido - Francisco R. Serrano.....	49
Figura 24.	Roseta de <u>Y. schidigera</u> sin tratar con la tercera parte de sus hojas vivas y con raíces formadas un año después de su plantación (24 de septiembre de 1983) en el Ejido Francisco R. Serrano.....	50
Figuras 25 y 26.	Aspecto de una roseta (arriba) y de un retoño (abajo) de <u>Y. schidigera</u> con sus raíces en el Ejido Francisco R. Serrano.....	51

RESUMEN

Actualmente la "palmilla" Yucca schidigera Roezl ex Ortgies está siendo explotada por parte del Ejido Francisco R. Serrano, Ensenada, B. C. para proveer la demanda que tiene el jugo de sus troncos en el vecino país del norte. En este trabajo se tratan aspectos generales sobre taxonomía y descripción, polinización, distribución y habitat, explotación, rendimiento, beneficios económicos y uso industrial de la "palmilla". Principalmente se analizan las formas de reproducción sexual mediante la siembra de semillas en invernadero y el trasplante de las plántulas en el área de explotación. Además se analiza la reproducción asexual mediante la plantación de rosetas tratadas con hormonas y rosetas sin tratar.

Se obtuvo 77.4 % de germinación de las semillas sembradas 23 días después de la colecta en invernadero; y 49.8 % produjeron plántulas con alto vigor. La forma de las semillas no influyó en ambos porcentajes. La época de plantación fue determinante para el establecimiento de las plántulas en el campo. El trasplante de marzo de 1983 presentó 0.0 % de sobrevivencia en plántulas hasta el mes de mayo. El trasplante de agosto de 1983 presentó 38.0 % de sobrevivencia hasta el mes de agosto de 1984. La sobrevivencia de las plántulas también se vio afectada por el ramoneo excesivo de la fauna.

La plantación de rosetas tratadas con hormonas no respondieron al tratamiento, y perdieron todas sus hojas en un año de observación. De las rosetas sin tratar, el 40.0 % formaron pocas raíces, manteniéndose la tercera parte de sus hojas con alto vigor. Se concluyó que la reproducción por semillas es el método más efectivo y ventajoso para la implementación de programas de reforestación en el área de explotación.

Se plantea la necesidad de realizar estudios sobre la velocidad de crecimiento, tiempo en alcanzar la madurez y estudios químicos sobre los componentes de las hojas que vengán a suplir la explotación de los troncos en el futuro. Además es urgente que se realice un inventario del recurso en el Estado de Baja California.

ABSTRACT

The "palmilla" Yucca schidigera Roez1 ex Ortgies is being exploited by the Ejido Francisco R. Serrano, Ensenada, B. C. to supply stem's juice to U.S.A. needs. This paper covers general aspects on taxonomy and description, pollination, distribution and habitat, harvest, yield, economic benefits and industrial uses. Sexual reproduction was experimented by seed germination at the greenhouse, and transplanting of seedlings to the distribution area. Asexual reproduction was intended by plantation of heads of leaves (rosettes) non treated and treated with hormones.

Percentage of seed germination resulted in 77.4 %. Seeds were planted at the greenhouse 23 days after their collection. The 49.8 % of vigorous seedlings were obtained. The seed shape did not influence on both percentages. The plantation date apparently affected seedlings establishment in the field. The March 1983 transplanting resulted in 0.0 % survival of seedlings through May. The August 1983 transplanting resulted in 38.0 % through August 1984. Seedlings established were also affected by the native fauna overgrazing.

The heads of leaves (rosettes) treated with hormones did not respond to their action and all their leaves died in a full year observation. From the heads of leaves non treated, 40.0 % produced a few roots and they kept one third of their vigorous leaves. By now it was concluded that the most effective method to obtain plants is by seed propagation.

It is suggested to make studies on the rate growth of the plants, time to reach maturity, chemical studies about the leaves composition, since these organs might substitute in the future the stem exploitation. It is urgent to work on a resource inventory of the "palmilla" in the whole State of Baja California.

INTRODUCCION

En la actualidad se ha dado especial interés a nivel mundial al estudio de las especies del desierto, sobresaliendo Estados Unidos de América como el país que mayormente se ha dedicado al respecto. Sin embargo, la mayor parte de toda esa investigación ha sido orientada desde el punto de vista fitoquímico, con el fin de conocer los compuestos químicos sintetizados por las plantas y sus posibles usos en diferentes áreas de la actividad económica.

El tipo de vegetación es el rasgo distintivo más fiel de las características climatológicas de una región. La península de Baja California se encuentra constituida principalmente por vegetación de tipo xerófilo, extendiéndose sobre una superficie de 62,670 km² (Shreve y Wiggins, 1964), y representa un importante potencial económico por los productos que de ésta se deriven. El conocimiento de las propiedades y características de ciertas especies ha permitido que sean objeto de explotación, y en muchos casos para su exportación al extranjero por carecer de tecnología e infraestructura necesarias para su aprovechamiento en nuestro país.

El desarrollo de estas actividades ha beneficiado la economía de los habitantes poseedores de los recursos, ya que por las condiciones poco accesibles que imperan en esas zonas están limitadas las actividades de tipo agropecuario. Sin embargo, las especies que tienen un alto valor comercial son muy pocas y su distribución es limitada; no obstante, son sometidas a una explotación intensiva con el objeto de obtener los mayores ingresos que permitan soportar los asentamientos humanos establecidos.

La importancia que representa la vegetación natural, especialmente en el desierto, se debe a que contribuye a la defensa del suelo contra la erosión, favorece la retención del agua y aumenta su contenido orgánico; además proporciona alimento, sombra y refugio a la fauna, por lo que su destrucción podría causar serios daños al equilibrio ecológico. Los disturbios causados en los ecosistemas de los desiertos, pueden requerir décadas o centenas de años para la recuperación natural de sus caracterís--

ticas originales (Wallace, 1980). Por lo tanto, el aprovechamiento de la vegetación natural como recurso potencial, requiere de una planificación que bien puede realizarse con un amplio sentido social sin descuidar el aspecto conservacionista.

Dentro de las especies xerófilas que están siendo explotadas en -- Baja California, se encuentra la "palmilla" Yucca schidigera Roezl ex -- Ortgies. En 1975 se inició el aprovechamiento de esta especie para su exportación cometiendo errores en su manejo al extraer toda la planta -- desde la raíz y desconociéndose el uso que se le daba. Esto provocó que diversas áreas se vieran desprovistas de esta planta. Posteriormente se logró conocer que del jugo se obtienen sustancias que son utilizadas como materia prima en la elaboración de productos como fertilizantes para la -- agricultura y en productos de control de malos olores para diferentes industrias, entre otros, por lo que se violaba la Ley Forestal si se exportaba el producto en bruto, suspendiéndose de inmediato los permisos.

En 1977 se instaló una planta de extracción de jugo de los troncos de Yucca en el Ejido Francisco R. Serrano, en el Municipio de Ensenada, para proveer la demanda que tiene en el vecino país del norte. Cuentan con un informe de paso de anualidad de aprovechamiento de "palmilla" y un permiso de corte, dictado por la Subsecretaría Forestal y de la Fauna en el año de 1979, reanudándose la explotación del recurso a partir de -- esa fecha.

En ese informe se estimó un ciclo de recuperación de 15 años para el recurso, que posiblemente está basado en trabajos realizados en otro lugar ya que las referencias consultadas no mencionan que se haya llevado a cabo algún trabajo sobre esta especie en el área de explotación con anterioridad. Sin embargo, la explotación se viene realizando con poco conocimiento de la especie sobre aspectos de tipo biológico: regeneración -- natural, velocidad de crecimiento, tiempo que tarda en alcanzar la madurez y sin una evaluación del recurso, siendo estos necesarios como base -- científico-técnica que ayude a normar criterios en la planificación de su aprovechamiento.

En este trabajo se pretende proporcionar información que ayude a conocer la especie particularmente sobre la reproducción sexual (por semillas) y reproducción asexual (por rosetas). Al mismo tiempo que se dan datos sobre la explotación y utilización del recurso. El estudio se realizó desde agosto de 1982 hasta agosto de 1984.

ANTECEDENTES

El género Yucca ha sido motivo de numerosos estudios de orden específico y general, normalmente orientados hacia aspectos florísticos, taxonómicos, descriptivos (McKelvey, 1947; Webber, 1953; Hutchinson, 1969; Gentry, 1979; Matuda y Piña, 1980), y recientemente enfocados desde el punto de vista de la fitoquímica (Domínguez, 1979; Ridaura, 1980). Sin embargo, se conoce poco sobre la biología de algunas especies, no obstante los usos tradicionales y potenciales de que han sido objeto, por los productos que se derivan (principalmente las sapogeninas esteroideas) de las distintas partes de la planta (raíz, hoja, tronco, flor, fruto, semilla) como los describieron Coyle y Roberts (1975), Gentry (1979), Ridaura (1980), Matuda y Piña (1980), Amaro (1981) y Sandoval (1981).

Algunos investigadores han dado mayor énfasis a los hábitos de reproducción y de crecimiento que afectan y limitan su explotación. Los resultados obtenidos confirman que la reproducción natural por semillas ocurre raramente en la naturaleza debido a diversos factores; por otra parte, la reproducción natural se realiza principalmente en forma vegetativa por brotes o retoños (Campbell y Keller, 1932; Webber, 1953; Arnott, 1962; McCleary y Wagner, 1973; Schaffer y Schaffer, 1979; Matuda y Piña, 1980; Hunter, et al., 1980).

Dentro de los factores a los cuales se atribuye la escasez de plántulas provenientes de semillas en la naturaleza, se tiene que las yucas al alcanzar la madurez no florecen cada año, y cuando ésta ocurre es posterior a los años de mayor precipitación, mismas que en los desiertos pueden presentarse de 4 a 5 años (Gentry, 1979; Ackerman, et al., 1980). Cuando ocurre producción de semillas, ésta es alta, y solamente alrededor de una tercera parte la aprovecha la larva de la "palomilla" (Observación personal) que se desarrolla dentro del fruto, correspondiendo a Tegeticula sp. (Powell y Mackie, 1966; Davis, 1967; Schaffer y Schaffer, 1979; Ridaura, 1980; Matuda y Piña, 1980; Udovic, 1981). Sin embargo, al parecer las

semillas permanecen en el suelo por varios años y germinarán hasta que las condiciones sean favorables (Campbell y Keller, 1932; Webber, 1953; McCleary y Wagner, 1973; Gentry, 1979). Según Webber (1953) la germinación de las semillas en el campo pueden demorarse de 1 a 3 años.

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. Las plántulas mantienen sus características embrionales por lo menos todo un año (Campbell y Keller, 1932; Webber, 1953; Arnott, 1962; Matuda y Piña, 1980).

Por otra parte, debido al lento crecimiento que presentan están expuestas a las condiciones extremosas 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) sólo 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 por varios investigadores entre los cuales se encuentran Webber (1953) y Piña (1981), *Y. schidigera* se encuentra entre las especies con más lento 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 Yucca 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 (1981) al parecer existen variaciones en la velocidad de crecimiento en las diferentes etapas de desarrollo para esta 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 m y 1.40 m a la edad de diez a doce años; a partir de la altura de 1.50 m que la alcanza a los 15 años, el incremento en diámetro y altura es muy lento. Sin embargo, es necesario comprobar científicamente estas estimaciones.

Piña (1981) mencionó que en 1953 realizó en el municipio de Cadereyta, del 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 ha dando una densidad de mil plantas por hectárea. Algunas plantas en la actualidad tienen más de 3 m de altura. 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 ha en el desierto de Mojave. Concluyeron que la sobrevivencia se vio mayormente afectada por el ramoneo de la fauna (principalmente por roedores cavadores de tuneles) que por el estrés del trasplante o por la sequía.

Por otra parte, esta especie se propaga en forma vegetativa fácilmente por nódulos basales y por retoños (Webber, 1953), éstos últimos son cortados cerca del tronco de la planta madre y preferentemente con algunas raíces, ya que optimiza los resultados.

Taxonomía y descripción

La clasificación del género Yucca ha sufrido numerosas modificaciones debido a los criterios divididos de los especialistas. Sin embargo, para los fines de este trabajo se indica la clasificación según Hutchinson (1969), que estableció el nuevo orden Agavales y la familia Agavaceae, ésta incluye a géneros pertenecientes a las antiguas familias Liliaceae y Amarilidaceae. Dividió a la familia Agavaceae en 6 tribus: Yuceae, Dracaeneae, Formieae, Nolineae, Agaveae y Polyantheae. Al respecto, Domínguez (1979) señaló 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 lo incluyen dentro de la familia Agavaceae.

ORDEN: Agavales

FAMILIA: Agavaceae

TRIBU: Yuceae

GENERO: Yucca

ESPECIE: Y. schidigera Roetzl ex Ortgies, Gartenflora 2^o. 110; 1871.

Planta caulescente, arbustiva, perenne. Tronco leñoso, erecto o poco postrado (2 a 3 m de alto y 40 cm de diám.). Hojas de 30 a 105 cm de largo por 3 a 4 cm de ancho, ensanchadas en su parte media, gruesas, rígidas; margen rugoso, con pocas cerdas enroscadas; espina larga y roma. Panícula elipsoidal o con el ápice plano de 50-125 cm de largo. Escapo hasta de 15 cm de largo. Flores, blancas o cremosas; filamentos 13 a 16 mm de largo; estilo de 0.5-2 mm de largo. Fruto carnoso; indehiscente; variable, largo y cilíndrico de 90-115 mm de largo por 30-38 de diám. o corto y cónico de 60-85 mm de largo por 25-35 mm de diámetro. Semillas de 6-9 x 8-11 mm, planas, gruesas, rugosas. Florece de marzo a abril (Matuda y Piña, 1980; Wiggins, 1980), (figuras 1, 2 y 3).

Las semillas presentan importantes características taxonómicas consideradas por algunos especialistas en sus trabajos. Trelease (1902) (citado en Arnott, 1962) estableció que, "un embrión alargado dispuesto obli-



Figura 1. Planta de Yucca schidigera con su inflorescencia en el Ejido Francisco R. Serrano.



Figura 2. Plantas de Yucca schidigera con sus frutos en el Ejido Francisco R. Serrano.



Figura 3. Semillas de Yucca schidigera colectadas en el Ejido Fco. R. Serrano en agosto de 1982. Semillas planas (izquierda); semillas redondas (derecha); larva de Tegetricula sp. (centro).

cuamente a lo largo de la semilla" es una característica importante de la tribu Yuccaeae. Por otra parte, Webber (1953) señaló que "las semillas de Yucca consisten de abundante endospermo en forma de cuerno y un embrión pequeño". Arnott (1962) dió la siguiente descripción para las semillas maduras de la especie motivo de nuestro estudio: sin ala marginal, planas, de color negro opaco, superficie rugosa; en los frutos están agrupadas en 6 hileras, 2 hileras por carpelo (fig. 4).

Polinización

La polinización es entomófila, ya que la fecundación se realiza mediante la concurrencia de un Lepidóptero del género Tegeticula sp., perteneciente a la subfamilia Prodoxidae (Powell y Mackie, 1966; Davis, 1967; Schaffer y Schaffer, 1979; Ridaura, 1980; Matuda y Piña, 1980; Udovic, 1981). 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 T. yuccasella utiliza una amplia variedad de especies de Yucca como huéspedes, entre las cuales se encuentra Y. schidigera (McKelvey, 1947; Davis, 1967).

Al parecer las flores recién abiertas emiten una señal química que es percibida por el insecto (Davis, 1967). La pequeña "palomilla" hembra de hábitos nocturnos, toma una cantidad de polen con su aparato bucal especializado y lo transporta de una a varias flores; en este 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 (fig. 2). Para la larva la semilla es una fuente de nutrientes, pero sobre todo una fuente de compuestos esteroidales (las sapogeninas o su precursor: el colesterol). Este tipo de compuestos son transformados por el insecto en los diferentes tipos de hormonas de maduración (ecdisonas). Estas son importantes para los insectos porque inducen las mudas (Ridaura, 1980).

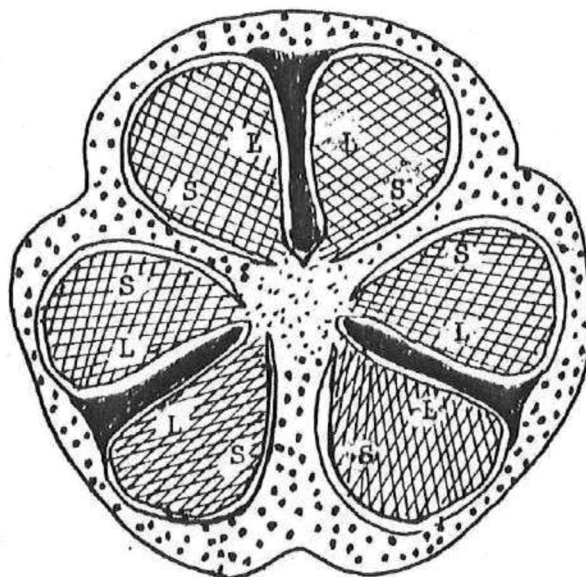


Fig. 4 Fruto de Yucca y su relación con las semillas. S: margen septal; L: margen locular; punteadas: pared del ovario y placenta; oscuro: falso septo y entrecruzadas: semillas Según Arnott (1962).

Generalmente la larva alcanza la madurez en un mes (adquiriendo una coloración anaranjada-rojiza), coincidiendo con el tiempo en que las semillas maduran (fig. 2). Las larvas dejan el fruto por la noche y después de una lluvia excavan un túnel 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), completándose así su ciclo biológico (Powell y Mackie, 1966; Davis, 1967; Udovic, 1981).

A través de un proceso evolutivo, el beneficio mutuo que existía entre la planta y el insecto se ha convertido en una dependencia obligada lo cual originó una relación mutualista (Davis, 1976; Ridaura, 1980).

Aspectos sobre explotación

a) Proceso de corte

Existen aproximadamente 3,000 ha de superficie aprovechable de Yucca en el Ejido, delimitándose en fracciones de 200 ha por corte anual, siendo el aprovechamiento de troncos por hectárea de 4,830 Kg y la posibilidad anual es de 966 Tm por un ciclo de corte a 15 años (Subsecretaría Forestal y de la Fauna, 1984). Sin embargo, los ejidatarios mencionaron que las épocas de corte y el volumen anual del mismo están en función de los pedidos que haga el comprador. Como puede apreciarse en la tabla I, la cantidad extraída de fustes ha sido menor a la cantidad autorizada, notándose un mayor incremento en 1983 (de 936 Tm), aproximándose a la cantidad autorizada; pero ésta descendió en 1984 (hasta 740 Tm).

Se cortan plantas adultas mayores de 1.5 m de altura, y aquellos adultos enanos seniles (menores de 1.5 m). Los ejidatarios reconocen a estos últimos por la presencia de una roseta raquílica, lo cual es señal de que están próximos a morir. Reconocen a una planta adulta, porque tienen una roseta raquílica y más de las cuatro quintas partes del tronco cubierto de hojas secas; mencionaron que éstos tienen un peso promedio de 30 Kg. Por otra parte, la presencia de una roseta grande y vigorosa es indicador de que se trata de una planta joven (figura 5).

Los ejidatarios mencionaron que se respetan todas las plantas que presentan floración; sin embargo, una de las etapas se realiza en el período de floración (marzo a mayo). El corte se efectúa con hacha dejando de 20 a 25 cm de tronco fijo en el suelo. Solamente se utilizan los troncos, dejándose las rosetas en el campo (cabe hacer notar que éstas se secan, desperdiciándose parte del recurso). Posteriormente los troncos son transportados a la planta receptora. Según la Subsecretaría Forestal y de la Fauna (1984) la regeneración natural de las áreas explotadas, es de 425 renuevos (de 0 a 60 cm de altura) por hectárea.



Figura 5. Planta de Yucca schottlandii en el Ejido Fco. R. Serrano con una roseta vigorosa y una altura aproximada de 3.0 m.

b) Proceso de extracción

El sistema es mecánico, con el empleo de corriente eléctrica. La planta cuenta con un tablero de control, una máquina astilladora o cortadora de troncos, una máquina trituratora o moledora de astillas, prensa extractora de jugo, mallas de colado, red de tubería y conducción de líquido, dos tanques de almacenamiento con capacidad de 16,000 litros, y una planta de luz.

Los ejidatarios mencionaron que los troncos se cortan en trozos, pasan por la prensa extractora de jugo donde se mide la concentración del T.D.S. (Total de Disolventes Sólidos); después se agrega agua al bagazo, y se mide nuevamente el T.D.S. (el bagazo no se utiliza, desperdiciándose parte del recurso). Finalmente agregan una solución normalizadora para su conservación hasta ser enviado al comprador.

c) Rendimiento

Depende de varios factores el rendimiento de jugo de Yucca, suelo, época del año, tamaño del tronco, tiempo que transcurre del corte a la recepción del producto en la planta procesadora. El mayor rendimiento en jugo se obtiene a fines de los temporales de lluvia y durante el mes que precede a estos temporales. El aprovechamiento se realiza durante dos épocas del año: en otoño (durante los meses de septiembre y octubre) y en primavera (durante marzo, abril y mayo). En esas épocas es mayor el contenido de jugo en los troncos, ya que en los períodos de sequía, la planta no toma las sustancias nutritivas y líquidos del suelo, sino que se nutre con sus propias reservas, reduciéndolas al mínimo (Amaro, 1981).

De 1,000 Kg de fuste, se obtiene la cantidad promedio de 450 lts. de jugo bruto, quedando por lo tanto 550 Kg de bagazo, a éste se le agrega un 15 % de su peso en agua, obteniéndose en la segunda prensada la cantidad de 567.7 litros de jugo por tonelada de fuste (Subsecretaría Fores-

tal y de la Fauna, 1984). En la tabla II se resume el rendimiento y aprovechamiento de Y. schidigera según datos tomados de Amaro (1981) y Subsecretaría Forestal y de la Fauna (1984).

d) Beneficios económicos

El valor comercial actual de jugo de Yucca por galón es de \$ 1.30 dolar controlado (en concentraciones del T.D.S. de 13) y de \$ 1.15 dolar/galón (en concentraciones del T.D.S. de 11). Siendo la primera concentración la más común y comercialmente más aceptable. Los ejidatarios mencionaron que en 1984 se extrajeron 740 Tm. Del ingreso neto obtenido destinaron el 15 % para el fondo común del Ejido, y el resto fué repartido entre las personas que intervinieron en el corte y en la planta de extracción de jugo.

Analizando lo anterior da la impresión de que el ingreso que se obtiene es muy bueno; sin embargo, los ejidatarios manifestaron que esto es solamente un ingreso complementario, ya que está en función de los pedidos que haga el comprador, así como la temporada de aprovechamiento es muy corta (5 meses). Cuentan por lo tanto, con otro recurso, la jojoba - Simmondsia chinensis, el cual combinado con el anterior, les reportan buenos ingresos económicos del cual dependen las 600 personas que integran al Ejido.

e) Uso industrial

Se tiene conocimiento de que la empresa norteamericana que realiza la compra del jugo de Yucca, utiliza éste como materia prima para la elaboración de productos químicos útiles en la agricultura y en la industria. Del jugo obtienen sustancias con propiedades energéticas generadoras de calorías vegetales, las cuales se utilizan en forma de ésteres orgánicos que producen efectos reguladores de la época de floración y fructificación de algunos cultivos anuales o de frutales de alto rendimiento y va-

Tabla I. Cantidad de fustes de Y. schidigera autorizada y cantidad aprovechada en el Ejido Fco. R. Serrano.

~AÑO	CANTIDAD AUTORIZADA TONELADA	CANTIDAD APROVECHADA TONELADA
1979	966	80
1980	"	220
1981	"	200
1982	prórroga del año anterior	254
1983	966	936
1984	"	740

Tabla II. Rendimiento y aprovechamiento de Y. schidigera en el Ejido Fco. R. Serrano, según (Amaro, 1981; Subsecretaría Forestal y de la Fauna, 1984).

Rendimiento promedio de jugo de <u>Yucca</u> en 1,000 Kg de fuste....	45 %
Rendimiento promedio de jugo en 550 Kg de bagazo, agregando	
15 % de su peso en agua	11.7 %
Rendimiento promedio global de jugo de <u>Yucca</u> en 1,000 Kg	
de fuste.....	56.7 %
Superficie aprovechada en el Ejido.....	3, 000 ha
Posibilidad anual de aprovechamiento	966 Tm
Superficie de aprovechamiento anual.....	200 ha
Ciclo de corta.....	15 años.

* Se ~~consideró~~ que en un litro de jugo es igual a un kilogramo.

** Fuste se refiere a tronco según terminología forestal.

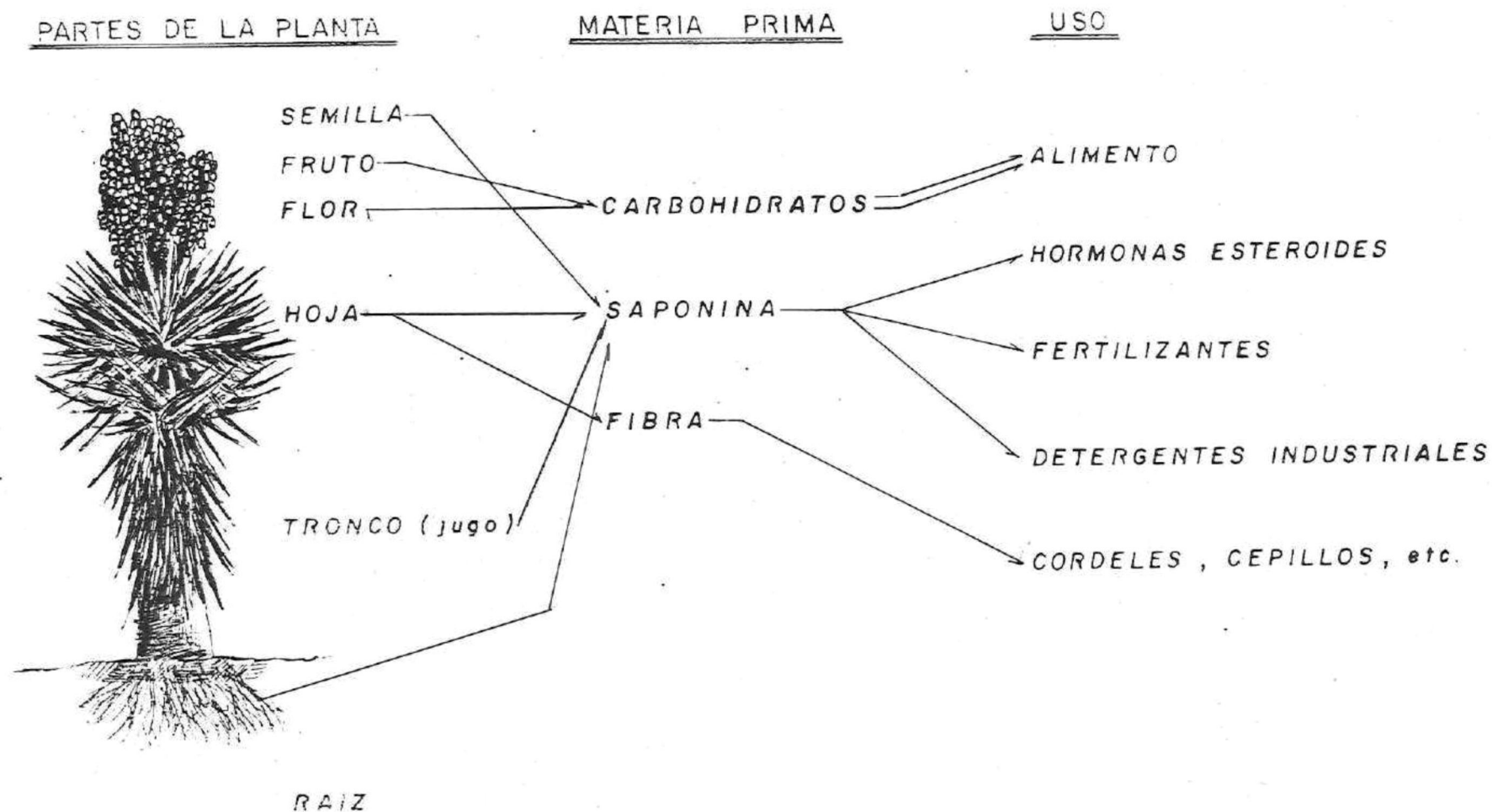


FIG. 6 - USOS TRADICIONALES Y POTENCIALES DE *Yucca* según Ridaura (1980).

lor económico rentable, provocando el adelanto o retraso de dicha floración y fructificación para librarlos de fenómenos climatológicos como heladas, fuertes vientos, sequías, etc. Se utilizan también como fertilizador de suelos salitrosos (Amaro, 1981).

Además formulan productos que son utilizados para el control de malos olores en industrias como son: vitivinícolas, corrales de cría de ganado, empacadoras, etc. Los compuestos utilizados tienen la propiedad de dirigir y acelerar los procesos naturales biológicos, terminando con los desperdicios y los olores ofensivos. Posiblemente los compuestos activos en el jugo son las saponinas y sus productos de hidrólisis, las sapogeninas esteroidales, ya que según Ridaura (1980), en una Yucca se encuentran varias clases de sapogeninas esteroidales, cuyas concentraciones varían según la parte de que se trate (hoja, raíz, etc.).

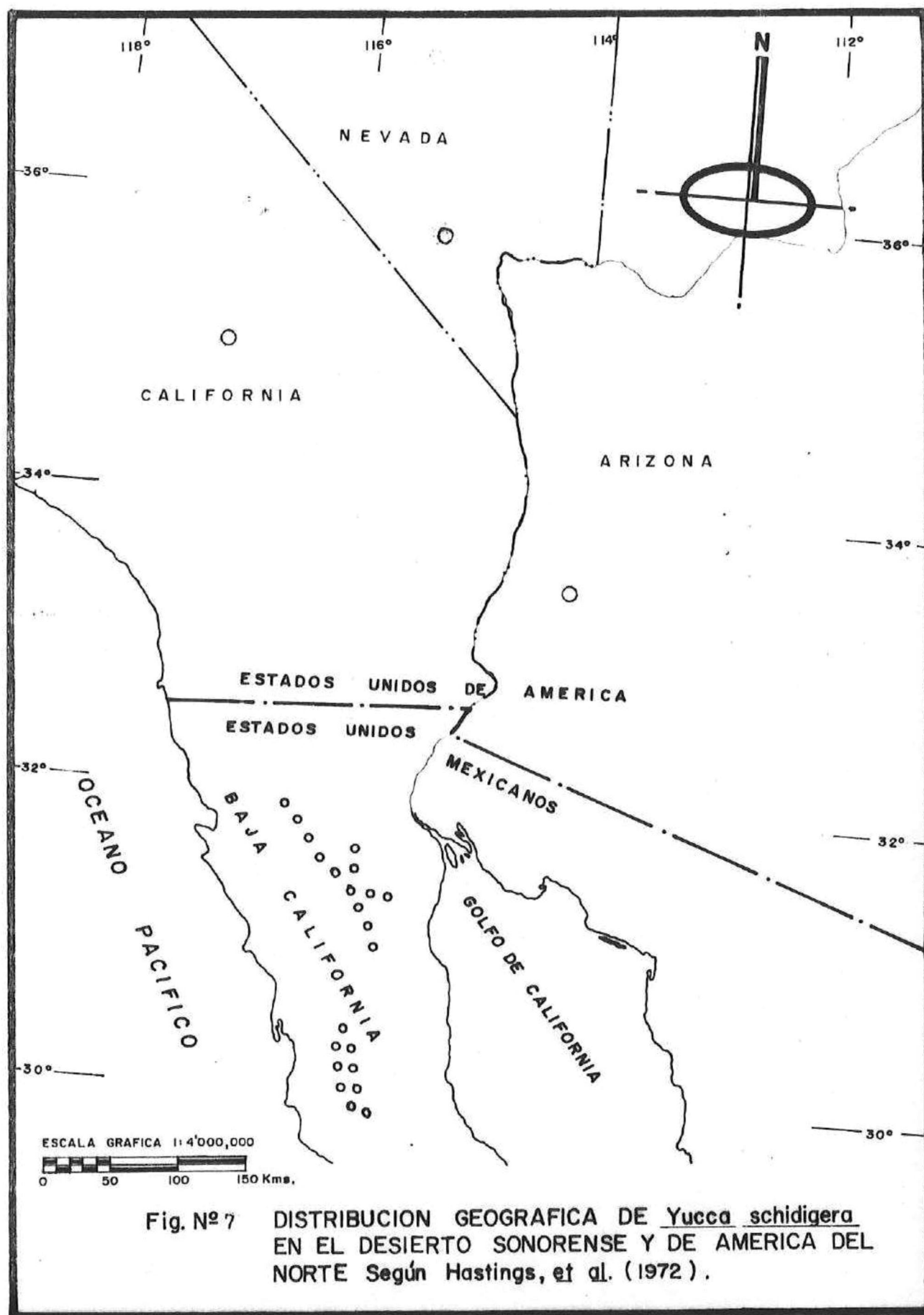
Por otra parte, Coyle y Roberts (1975) mencionaron que los indios en Baja California extraían de la raíz una sustancia llamada "amole" que utilizaban como jabón, lo cual indica que desde entonces son conocidas las propiedades tensoactivas de las saponinas. Gentry (1979) reportó que se localizaron en la raíz de Y. schidigera dos tipos de sapogeninas esteroidales: márcogenina y sarsapogenina. Las semillas contienen sarsapogeninas como único componente esteroideal, alcanzando concentraciones mayores en éstas (Gentry, 1979; Domínguez, 1979; Ridaura, 1980; Matuda y Piña, 1980). Piña (1981) mencionó que de la semilla se puede obtener un 8 % de sapogenina, 12 % de aceite para consumo humano y de 20 a 30 % de material proteínico.

Por otra parte, de los usos tradicionales y potenciales descritos por Coyle y Roberts (1975), Gentry (1979) Matuda y Piña (1980), Ridaura (1980), Amaro (1981), Sandoval (1981) indican que se trata de un recurso potencial de múltiples usos (fig. 6), que bien puede darse un aprovechamiento integral utilizándose las partes de la planta que no pongan en peligro la conservación de tan valioso recurso.

Distribución y Habitat

La distribución de Yucca schidigera abarca desde el sur de los estados de Nevada, California y la porción oeste de Arizona en Estados Unidos de América (34° de latitud norte) hasta el Municipio de Ensenada (rebasa ligeramente hacia el sur al paralelo 30° de latitud norte) según Hastings, et al. (1972). En el Estado se tiene estimado que se distribuye en 200,000 hectáreas (Amaro, 1981). Matuda y Piña (1980) mencionaron que las densidades mayores se encuentran en el Valle de la Trinidad, hasta 300 plantas por hectárea (figura 7).

Se localiza en valles con suelos profundos y arenosos, lomas de pendientes suave y cañadas pedregosas. Forma parte del matorral desértico y en las mayores elevaciones se mezcla con Juniperus sp. (Matuda y Piña, 1980).



OBJETIVOS

Obtención de plántulas de Yucca schidigera Roezl ex Ortgies por medio de semillas en invernadero, para trasplantarlas a un área del Ejido y obtener porcentaje de sobrevivencia y velocidad de crecimiento durante un año.

Obtención de plantas por medio de rosetas tratadas con hormonas y sin tratar (partes no utilizadas en la explotación de los troncos de Yucca), para su posible aprovechamiento en labores de reforestación.

Identificación del método de reproducción más efectivo y ventajoso para la obtención intensiva de plantas que permita llevar a cabo labores de reforestación en el área de explotación.

DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

a) Situación geográfica

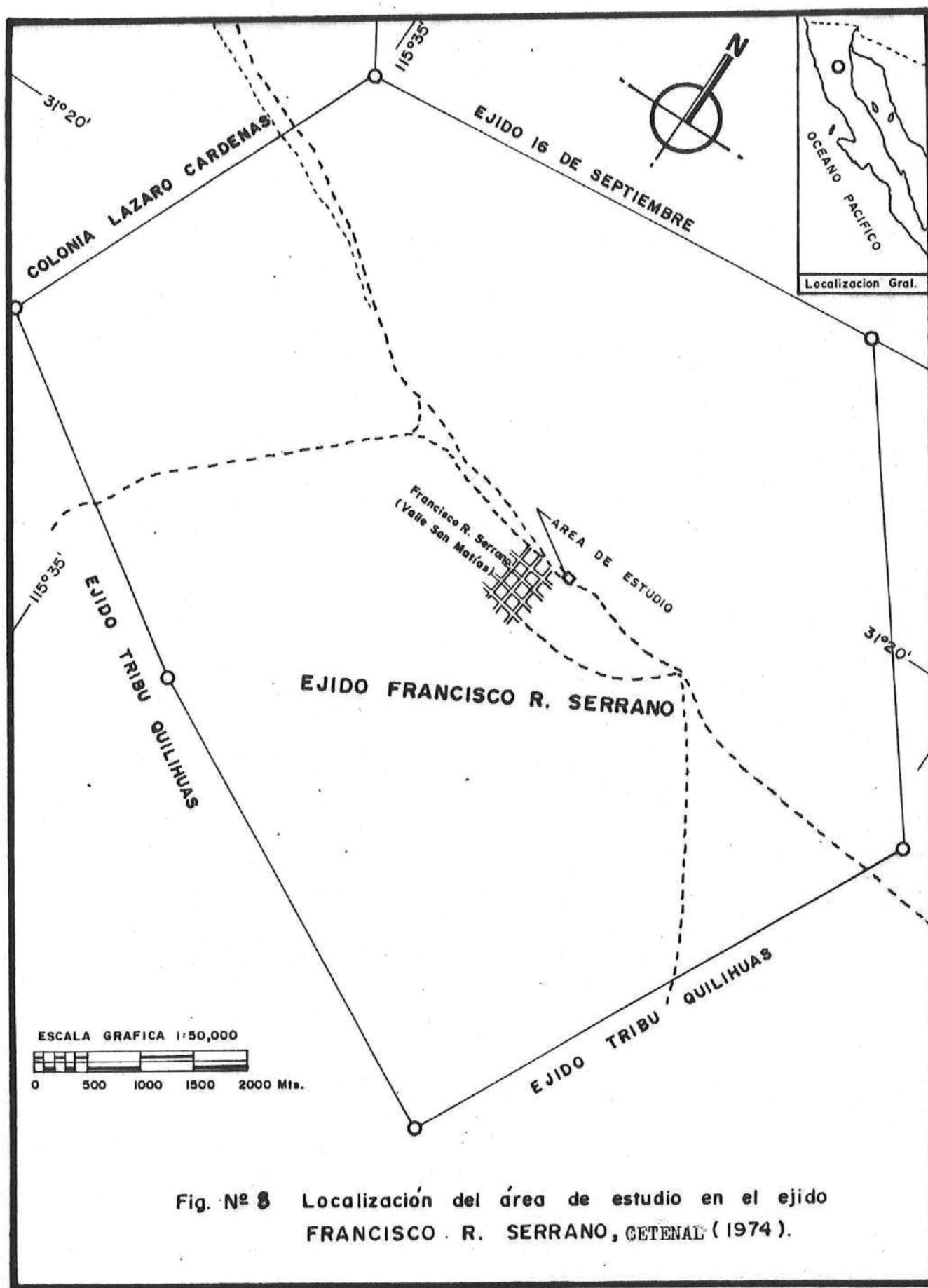
El Ejido Francisco R. Serrano se localiza a 19 km al sureste del Valle de la Trinidad, Delegación del Alamo en el Municipio de Ensenada, Baja California; según Carta Topográfica de Cetenal (1974), "Francisco R. Serrano" H11B35, se encuentra entre las coordenadas, $31^{\circ}16'11''$ y $31^{\circ}21'13''$ de latitud norte y $115^{\circ}29'13''$ y $115^{\circ}35'41''$ de longitud oeste. Sus colindantes son las siguientes: al norte con el Ejido 16 de Septiembre, al sur y al oeste con el Ejido Quilihuas y al oeste con la Colonia Lázaro Cárdenas (fig. 8). Ocupa una superficie de 6,178-00-00 ha; se encuentra en altitudes sobre el nivel del mar de 900 a 1300 m. El sitio de estudio ocupa una superficie de 500 ha, está aledaño al poblado, y cuenta con un cerco perimetral utilizándose como área de exclusión.

b) Geología

Esta región se encuentra sobre formaciones geológicas del Período 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 (Cetenal, 1976).

c) Topografía

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).



d) Edafología

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 (tabla III). 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 presentó (0.67 %), además es bajo el contenido de nutrientes (tabla III). El drenaje es alto, y la capacidad de retención del agua es muy baja (tabla III). Bajo esas condiciones la vegetación que mejor se adapta es la xerófila.

e) Clima

El clima característico de esta región está comprendido dentro del muy seco o desértico, con régimen de lluvias en invierno y oscilación isotermal extremosa cuya fórmula climática es BWkw (x') (e) (clasificación de clima según Koeppen, 1948, modificado por Enriqueta García, 1973). La precipitación media anual fue de 248.7 mm y la temperatura media anual de 17.1 °C (registro de 1982-1984; Estación de San Matías), datos tomados de División Hidrométrica, SARH. La temperatura mínima de - 3.0 °C se presentó en diciembre de 1982; la temperatura máxima de 40.0 °C se presentó en julio de 1982. La precipitación máxima de 44.5 mm se registró en diciembre de 1982. 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 (figura 9). Según Ackerman, et al. (1980) el efecto de estas lluvias sobre las plantas varía dependiendo de la cantidad que penetra al suelo.

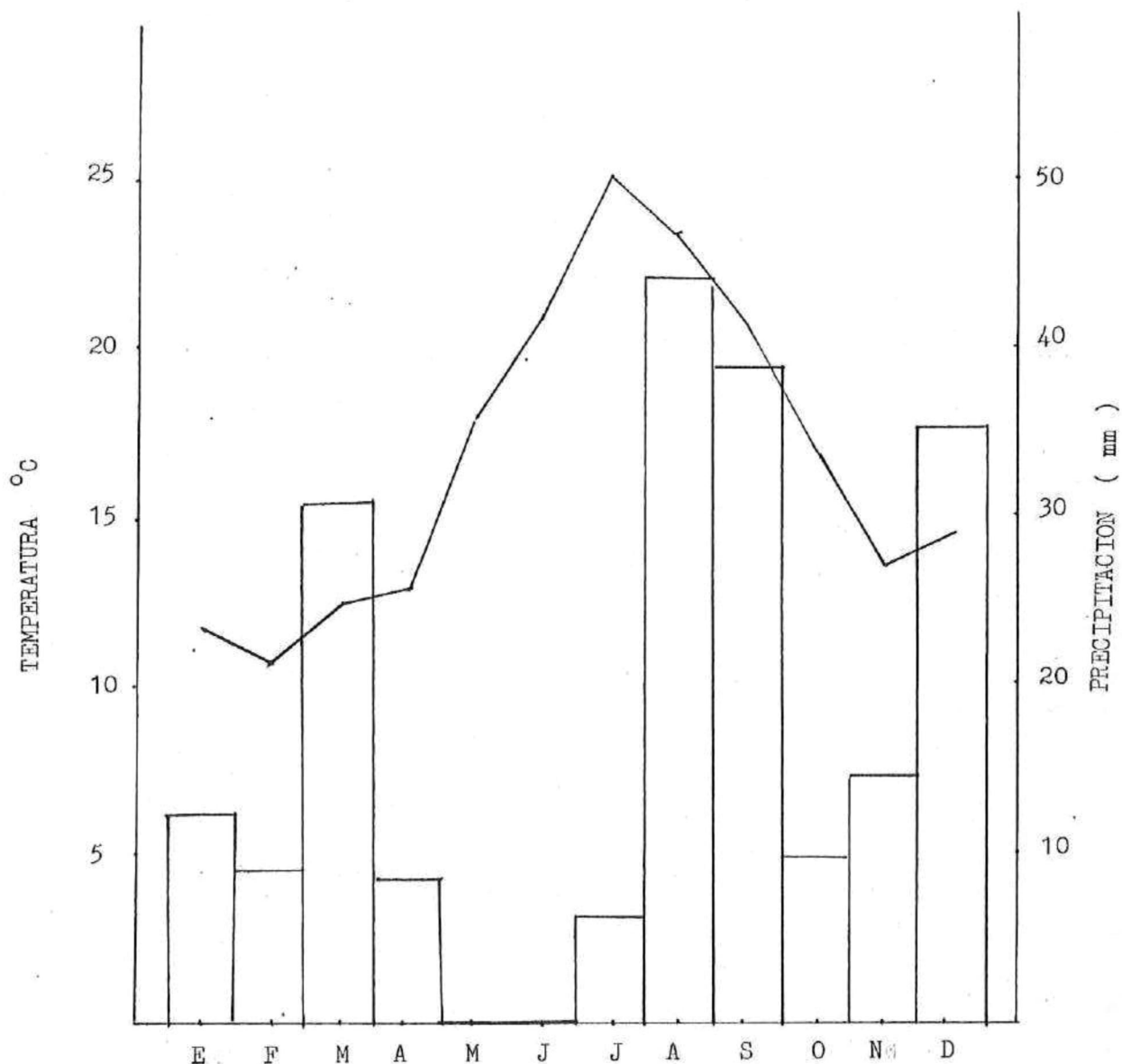


Fig. 9 Temperatura y precipitación media mensual registradas en el Ejido Fco. R. Serrano durante 1983 y 1984.

— Temperatura

Barras: Precipitación

Datos tomados de División Hidrométrica, SARH (Estación de San Matías).

f) Vegetación

El Ejido esta comprendido dentro de lo que Shreve (1951) citado en Rzedowski (1978) describió como "Matorral Microfilo", agrupando en éste a comunidades en que las plantas con dominancia fisonómica en la vegetación corresponden a arbustos de hoja o foliolo pequeño. Algunas de las especies que se encontraron en este lugar fueron: Acacia greggii, Agave deserti, Fouquieria splendens, Larrea tridentata, Opuntia cholla, Opuntia sp. Prosopis juliflora, Simmondsia chinensis y Yucca schidigera.

MATERIALES Y METODOS

Los materiales de laboratorio y de campo utilizados fueron los siguientes: estuche de disección, termómetro, pipetas, balanza gravimétrica, cartuchos de cartón, envases de cartón de un litro, recipientes de plástico, cajas, almácigos de madera, cámara fotográfica, pala pocera, pala común, cinta métrica, papel absorbente, aserrín, suelo del área de estudio, Rootone f con fungicida (ácido indol-butírico 0.057 %; naftalinacetamida - 0.067 %).

La colecta de los frutos fue realizada el 3 de agosto de 1982 en el área de estudio (fig. 8), tomándose 11 frutos de cada una de las 7 plantas muestreadas. En el laboratorio fueron pesadas y medidas las semillas dividiéndose en dos grupos, atendiendo a su forma (planas y redondas) para ver la influencia de esta característica en la germinación y en la obtención de plántulas. Nuevamente fue realizada otra selección de las semillas en las categorías de mayor tamaño (mayores de 6 mm) y de forma más regular, ya que estas categorías garantizan mejores resultados (Niembro, et al., 1978), tomándose una muestra de 576 semillas redondas y otra de 576 semillas planas; éstas fueron puestas a secar durante 10 días; posteriormente se remojaron en agua fría por 12 horas; fueron colocadas entre capas de aserrín humedo en cajas a la temperatura de 5 °C dentro de un congelador por 12 días, con el fin de romper la latencia.

Se pusieron a germinar 288 semillas planas y 288 semillas redondas entre papel absorbente en recipientes separados en el invernadero, manteniéndose el medio húmedo durante todo el proceso. El suelo colectado en el área de estudio fue tamizado y colocado en 192 cartuchos de cartón los cuales se colocaron dentro del invernadero en 8 almácigos. La plantación fue realizada el 26 de agosto de 1982 (23 días después de la colecta), colocándose 3 semillas por cartucho a una profundidad de 3 cm del suelo, ocupando 4 de los almácigos 288 semillas planas y 288 semillas redondas en otros 4. Los factores físicos fueron regulados parcialmente en el invernadero, manteniéndose una temperatura de 23.3 °C durante el proceso. El riego fue a capacidad de campo. Se siguió el desarrollo de las plántulas

a partir de la emergencia de la primera hoja hasta el momento de los trasplantes al Ejido.

El 20 de marzo de 1983 fueron trasplantadas 50 plántulas de 6 meses de edad al Ejido, y el 20 de agosto del mismo año se trasplantaron 50 plántulas de 12 meses de edad. Se colocaron a 4 m entre cada plántula, procurando que quedaran próximas a la vegetación nativa, cubriendo un área aproximada de 800 m^2 (40 m de largo x 20 m de ancho) en cada plantación. Las cepas se hicieron de 15 cm de diámetro y aproximadamente 35 cm de profundidad, colocándose un envase de cartón en cada cepa, sobresaliendo 15 cm del nivel del suelo para brindar protección a la plántula contra el ramoneo de la fauna. Las observaciones y mediciones fueron periódicas durante un año en el campo.

Debido a que no existen datos sobre la posible propagación por rosetas y considerando los trabajos realizados con retoños y su facilidad para emitir raíces, se hicieron pruebas de enraizamiento con las rosetas que se desperdician en los cortes de troncos de Yucca en el Ejido. La plantación de rosetas se realizó el 24 de septiembre de 1983 en una superficie de 200 m^2 . Después de cortadas las rosetas por los ejidatarios, se dejaron secar en el campo por dos semanas antes de su plantación. Se cortaron las hojas secas y el 50 % de sus hojas vivas, dejándose un promedio de 40 hojas vivas a 20 de las rosetas seleccionadas; a 10 de éstas se les hicieron incisiones en la base de los troncos, y se les aplicó las hormonas en polvo a discreción en toda la superficie (según instrucciones del producto); las 10 rosetas restantes se dejaron en su forma natural. Fueron trazadas 4 líneas de 4 m de separación y con una distancia de 4 m entre cada roseta (16 m de largo x 12 m de ancho), colocándose 5 rosetas en cada línea.

Para el análisis estadístico de los resultados de germinación y plántulas obtenidas fue utilizado un diseño experimental completamente al azar, compuesto de 2 tratamientos con 4 repeticiones; los tratamientos seguidos fueron: SR (semilla redonda) y SP (semilla plana); las respuestas analizadas en cada uno de los tratamientos fue la variable, porcentaje de germinación y porcentaje de plántulas, mediante el análisis de varianza.

RESULTADOS

Los datos de la prueba de germinación de 576 semillas de Yucca schi digera en invernadero, correspondiendo 288 a semillas planas y 288 a semillas redondas se muestran en la tabla IV. Del lote total de semillas germinaron 446, representando el 77.4 % global. Los porcentajes de germinación para cada uno de los tratamientos fueron: 77.7 % para las semillas planas, y 77.0 % para las semillas redondas.

En la tabla V se tienen los resultados del análisis de varianza para la germinación de semillas redondas y semillas planas, en donde se muestra que la F calculada fué menor a la F tabulada, siendo no significativo al nivel de 0.05 % y 1 % por lo cual se acepta la hipótesis de que la variable, forma de la semilla, no influye en la germinación final.

Los resultados de germinación con respecto al tiempo por tratamiento en invernadero se muestran en las figuras 10 y 11. La primera germinación ocurrió a los 7 días tanto en semillas redondas como en semillas planas. La máxima germinación ocurrió en ambos tratamientos a partir del 7 °/ y 21 °/ días, notándose que ésta se mantuvo casi constante, donde las curvas tienden a ser asintóticas. La germinación final para las semillas redondas fué a la 8a/ semana, y en las semillas planas fué de la 6a/ a la 8a/ semana.

El número de plántulas obtenido fué de 287, representando el 49.8 % global. Con respecto a los resultados de los dos tratamientos, se obtuvieron 143 plántulas provenientes de semillas redondas y 144 provenientes de semillas planas, representando el 49.6 % del total de las primeras y el 50.0 % del total de las últimas (tabla VI).

En la tabla VII se dan los resultados del análisis de varianza del número de plántulas obtenidas por semillas redondas y planas, en donde se aprecia que la F calculada fué menor a la F tabulada, siendo no significativa al nivel de 0.05 % y 1 % por lo cual se acepta la hipótesis de que la variable, forma de la semilla no influye sobre el número final de plántulas.

Los resultados de la emergencia de la primera hoja de las plántulas con respecto al tiempo por tratamiento en invernadero se muestran en las figuras 12 y 13. Se consideró como plántulas a partir de la emergencia de la primera hoja en el suelo, las cuales se presentaron en ambos tratamientos a los 11 días después de la siembra (figura 14). Al principio fue mayor el número de plántulas provenientes de semillas planas, con una diferencia de 13 con respecto a las provenientes por semillas redondas; a partir de la segunda semana a la cuarta se dió el máximo número de plántulas en ambos tratamientos, manteniéndose esa cantidad casi constante. En la novena semana se obtuvieron 144 plántulas por semillas planas, siendo el número final para este tratamiento; en la onceava semana resultaron finalmente 143 plántulas por semillas redondas (figuras 12 y 13).

En cuanto al desarrollo de las plántulas en invernadero, se comportaron uniformemente. La primera hoja presentó textura blanda y coloración azul-verdosa, ensanchada hacia la base y terminando en punta hacia el ápice. Inmediatamente después de la emergencia de ésta se formaron las siguientes hojas, presentando las mismas características. Posteriormente ocurrió un crecimiento aéreo acelerado, manteniéndose así durante los seis primeros meses de desarrollo. Las plántulas a los seis meses de edad presentaron un promedio de 3 hojas, una altura promedio de 8.6 cm (figura 15); el sistema de raíces, carnoso en forma de zanahoria, de coloración blanquecina al principio, tornándose rojiza gradualmente, un poco gruesas, variando en número de 2 a 3; las raíces fibrosas, con ramificaciones muy finas y muy alargadas, originándose de las raíces carnosas. Presentaron un crecimiento más rápido durante todo su desarrollo, con una longitud promedio de 21.5 cm.

Durante los seis meses posteriores de desarrollo no ocurrieron notables cambios en las características externas de las plántulas en invernadero, sin embargo, el crecimiento aéreo disminuyó, presentando una altura promedio de 11.2 cm (figura 16), y un promedio de 4 hojas. En cambio el crecimiento de las raíces siguió más rápido tanto en grosor como en longi

tud, alcanzando una longitud promedio de 26.5 cm; las raíces se mostraron más gruesas y gran parte de la superficie era rojiza; las raíces fibrosas se mostraron más abundantes formando una red que envolvía a las raíces carnosas.

En la tabla VIII se muestra la velocidad de crecimiento de las plántulas en invernadero y en el campo. A los 6 meses de edad la velocidad de crecimiento fue de 1.43 cm por mes en invernadero; a los 12 meses de edad disminuyó hasta 0.93 cm por mes. Por otra parte, la velocidad de crecimiento a los 18 meses de edad en el campo fue de 0.66 cm por mes, y a los 24 meses de edad fue de 0.52 cm por mes.

Los resultados del primer trasplante realizado el 20 de marzo de 1983, así como las características que presentaron las plantas se muestran en la tabla IX. Las 50 plántulas trasplantadas contaban inicialmente con 6 meses de edad, y con una distribución de frecuencia de altura normal con clase dominante de 8.5 cm (figura 18). En el mes de abril se encontraron 42 plántulas vivas, representando esa cantidad el 84.9 % de sobrevivencia; en el mes de mayo se obtuvo 0.0 % de sobrevivencia.

Los resultados del segundo trasplante realizado el 20 de agosto de 1983, además de las características que presentaron las plantas se muestran en la tabla IX. Las 50 plántulas trasplantadas tenían originalmente 12 meses de edad, y con una distribución de frecuencia de altura bimodal, con clases dominantes de 8.5 cm y 13.5 cm (figura 19). En el mes de febrero se encontraron 48 plantas vivas, representando el 96.0 % de sobrevivencia. Estas mostraron alto vigor en sus hojas, de textura dura y coloración verde-grisácea, con un promedio de 4 hojas. Presentaron una altura promedio de 12.0 cm, sin considerarse 3 plantas que mostraron sus hojas ramoneadas por la fauna. En el mes de agosto se encontraron 19 plantas vivas, representando el 38.9 % de sobrevivencia. Estas mostraron alto vigor en sus hojas, con una altura promedio de 12.5 cm y 9 plantas tenían sus hojas ramoneadas (figs. 20 y 21).

Por otra parte, las condiciones ambientales que se registraron durante el primero y segundo trasplante se muestran en la figura 22, además de la distribución de frecuencia de individuos vivos. La barra conteniendo 42 plantas vivas se presentó en el mes de abril de 1983, descendiendo a 0.0 % en el mes de mayo, además se registraron durante ese período una temperatura y precipitación media mensual de 13.5 °C y 67.5 mm. La barra conteniendo 48 plantas vivas ocurrió en el mes de febrero de 1984 registrándose al mismo tiempo, una temperatura y precipitación media mensual de 16.4 °C y 168.2 mm; la barra descendió marcadamente hasta 19 plantas vivas en el mes de agosto del mismo año, ocurriendo una temperatura y precipitación media mensual de 16.5 °C y 43.2 mm.

En la tabla X se muestran las características externas que presentaron las rosetas tratadas con hormonas y las no tratadas después de la plantación realizada el 24 de septiembre de 1983 en el área de explotación del Ejido. Las 10 rosetas tratadas con hormonas exhibieron decaimiento en el vigor de sus hojas, de consistencia flexible y coloración amarillenta pálidas, con más de la mitad de sus hojas secas, y en ninguna roseta se formaron raíces a los 6 meses después de su plantación. Las 10 rosetas no tratadas también mostraron bajo vigor de sus hojas, de consistencia flexible y coloración amarillenta pálidas, con las tres quintas partes de sus hojas secas y en ninguna roseta se formaron raíces hasta esa fecha.

Doce meses después de la plantación, las rosetas tratadas presentaron todas sus hojas secas, y sin raíces formadas (figura 23). Por otra parte; 6 de las rosetas no tratadas presentaron todas sus hojas secas, en cambio 4 de las rosetas tenían la tercera parte de sus hojas con alto vigor, de textura dura y coloración verde-amarillenta (figura 24). Solamente en estas últimas se formaron raíces, por lo tanto, representan el 20.0 % global de las rosetas plantadas, siendo estas raíces muy parecidas a las raíces de un retoño (figs. 25 y 26).

Tabla IV. Germinación final de semillas de Yucca schidigera por tratamiento en invernadero.

REPETICION No.	TRATAMIENTO *	NUMERO DE SEMILLAS GERMINADAS	PORCENTAJE DE GERMINACION POR RECIPIENTE.
1	SR1	52	72.2
2	SR2	54	75.0
3	SR3	55	76.3
4	SR4	61	84.7
1	SP1	59	81.9
2	SP2	63	87.2
3	SP3	48	66.6
4	SP4	54	75.0
TOTAL DE SEMILLAS GERMINADAS		446	% 77.4 GLOBAL

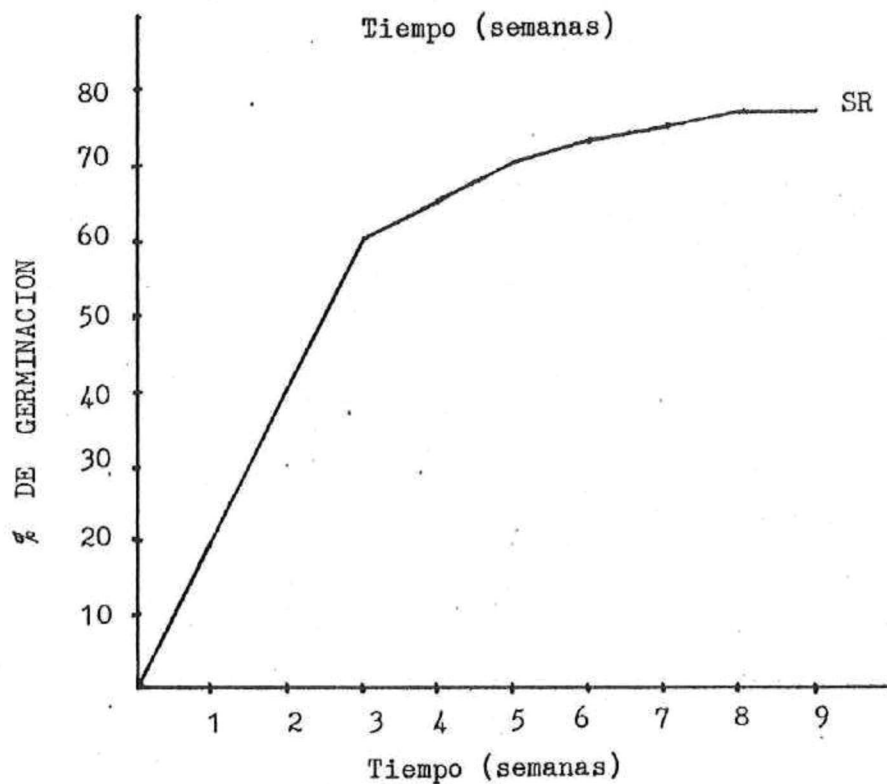
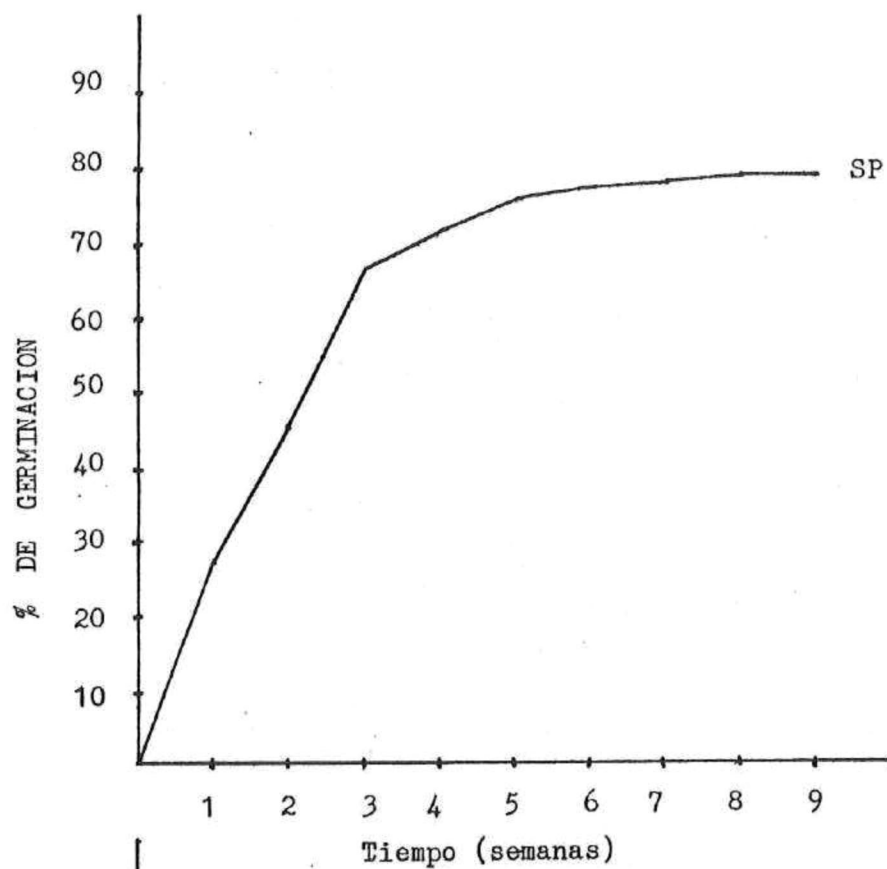
Se colocaron 72 semillas por recipiente. La prueba se hizo el 26 de agosto de 1982.

SR1-SR4: semillas redondas; SP1-SP4: semillas planas.

Tabla V. Análisis de varianza para la germinación final de semillas de Y. schidigera por tratamiento en invernadero.

F.V.	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA
TRATAMIENTO	t - 1	1	0.5	0.5	0.02
ERROR	t (r - 1)	6	171.0	28.5	5.59 *
TOTAL	tr - 1	7	171.5		

* No significativo al nivel de 0.05 % y 1 %



Figs. 10 y 11. Porcentaje de germinación de semillas planas (arriba) y porcentaje de germinación de semillas redondas (abajo) de *Y. schidigera* en invernadero con respecto al tiempo por tratamiento.

SP: semillas planas. SR: semillas redondas.

Tabla VI. Número de plántulas obtenidas por semillas de Yucca schidigera por tratamiento en invernadero.

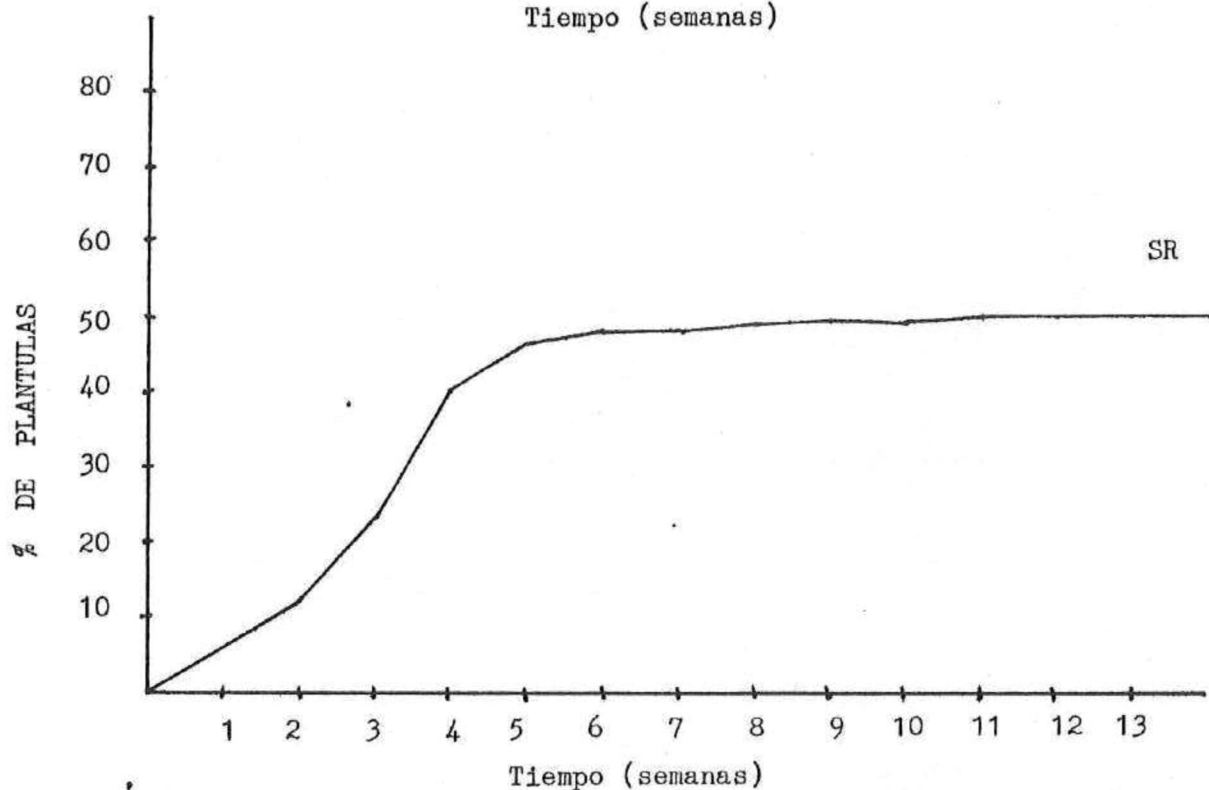
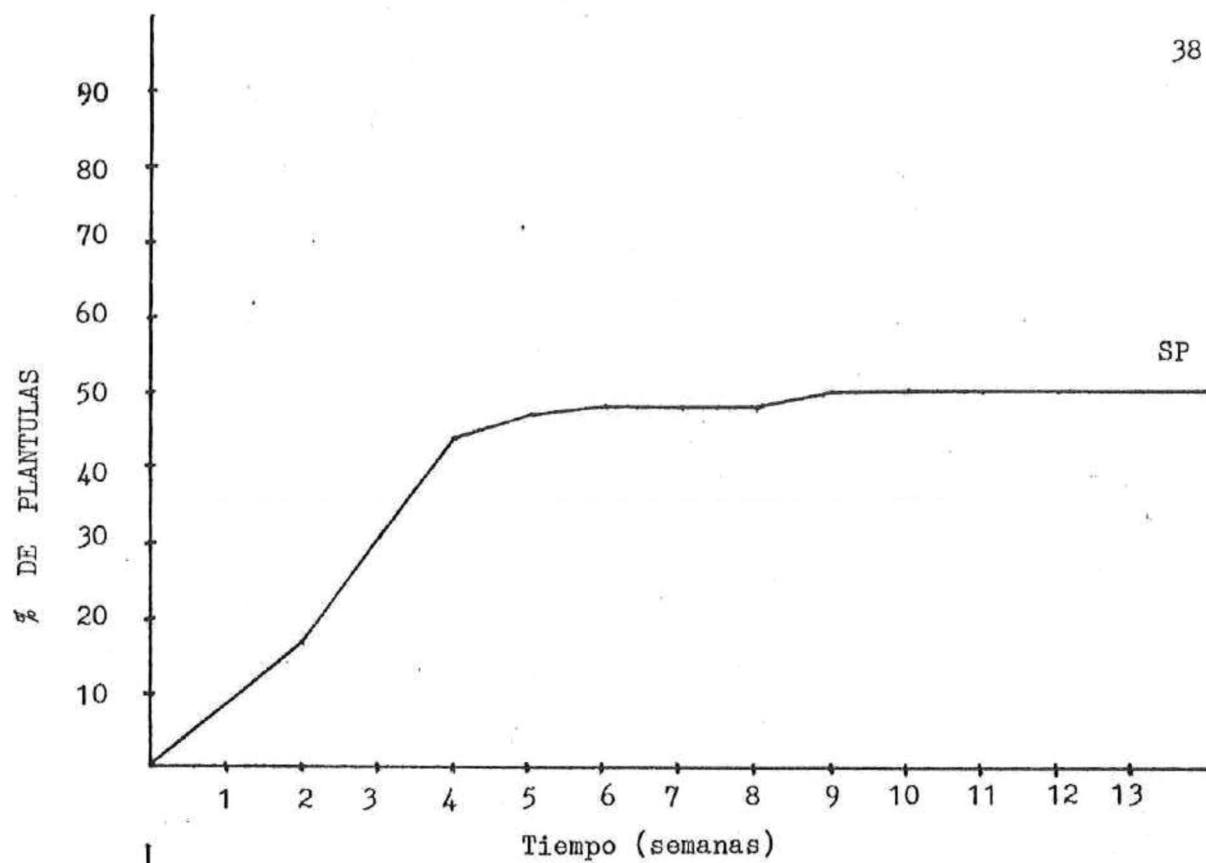
REPETICION No.	TRATAMIENTO	NUMERO DE PLANTULAS POR ALMACIGO	PORCENTAJE DE PLANTULAS POR ALMACIGO
1	SR1	36	50.0
2	SR2	31	43.0
3	SR3	38	52.7
4	SR4	38	52.7
1	SP1	40	55.5
2	SP2	38	52.7
3	SP3	34	47.2
4	SP4	32	44.4
TOTAL DE PLANTULAS		287	% 49.8 GLOBAL

* Se plantaron 72 semillas por almacigo. La plantación se hizo el 26 de agosto de 1982. SR1-SR4: semillas redondas; SP1-SP4: semillas planas.

Tabla VII. Análisis de varianza para el número de plántulas obtenidas por semilla de Y. schidigera por tratamiento en invernadero.

F. V.	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F TABULADA
TRATAMIENTO	t - 1	1	0.1	0.1	0.01
ERROR	t(r - 1)	6	72.7	12.1	5.29 *
TOTAL	tr - 1	7	72.9		

* No significativo al nivel de 0.05 % y al 1 %.



Figs. 12 y 13. Porcentaje de plántulas obtenidas por semilla plana (arriba) y porcentaje de plántulas obtenidas por semilla redonda (abajo) de *Y. schidigera* en invernadero con respecto al tiempo por tratamiento.
SP: semillas planas. SR: semillas redondas.



Figura 14. La emergencia de la primera hoja del suelo de plántulas de Y. schidigera en invernadero ocurrió en un lapso de 11 días.



Figura 15. Las plántulas de Y. schidigera a los 6 meses de edad mostraron una altura promedio de 8.6 cm en invernadero.

Tabla VIII. Velocidad de crecimiento de plantas de Yucca schidigera en invernadero y en el campo.

TIEMPO	MESES			
	0-6	0-12	0-18	0-24
	INVERNADERO		CAMPO	
ALTURA PROMEDIO (cm)	8.6	11.2	12.0	12.5
VELOCIDAD DE CRECI- MIENTO (cm/meses)	1.43	0.93	0.66	0.52

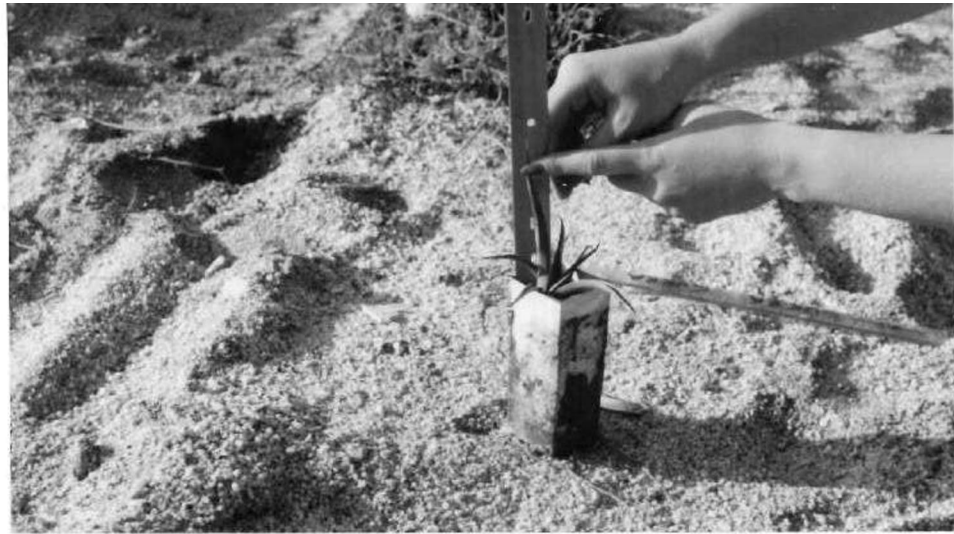


Figura 16. Las plántulas de *Y. schidigera* a los 12 meses de edad mostraron una altura promedio de 11.2 cm en invernadero.

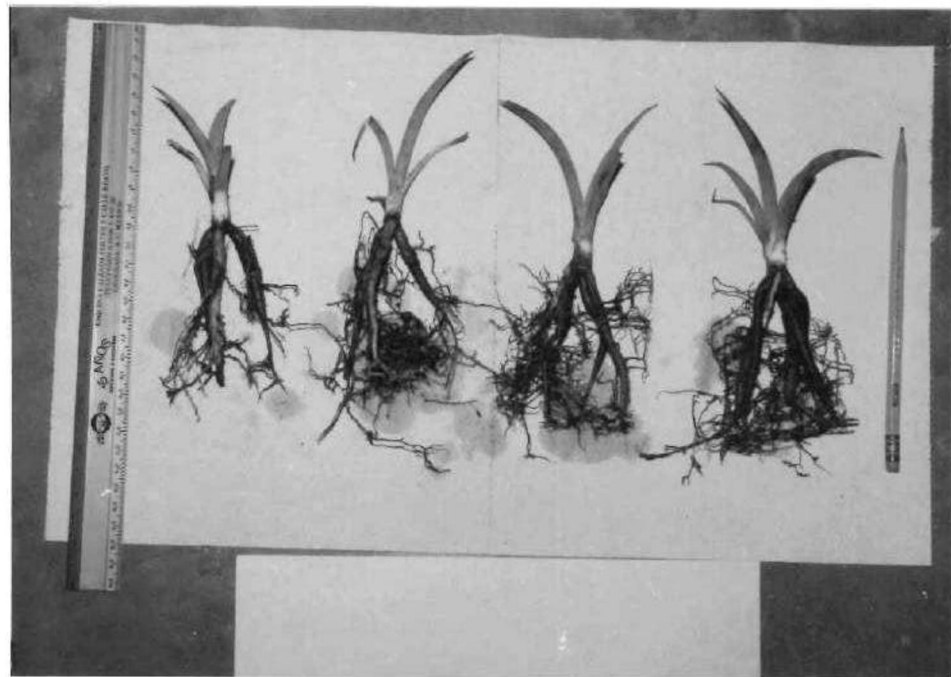


Figura 17. Plántulas de *Y. schidigera* con un sistema de raíz carnoso y fibroso.

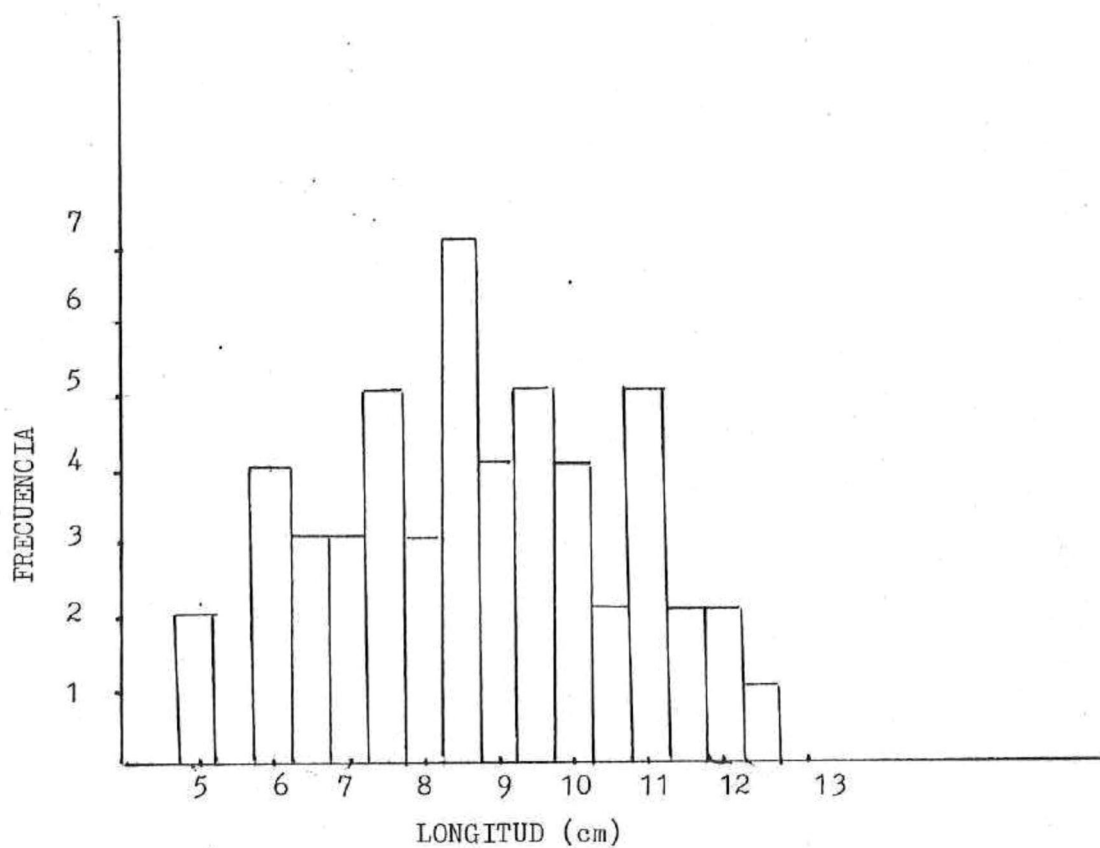


Fig. 18. Histograma de frecuencia de altura de plántulas de *Y. schidigera* a los 6 meses de edad durante el trasplante al Ejido Fco. R. Serrano.

Intervalos de 0.5 cm

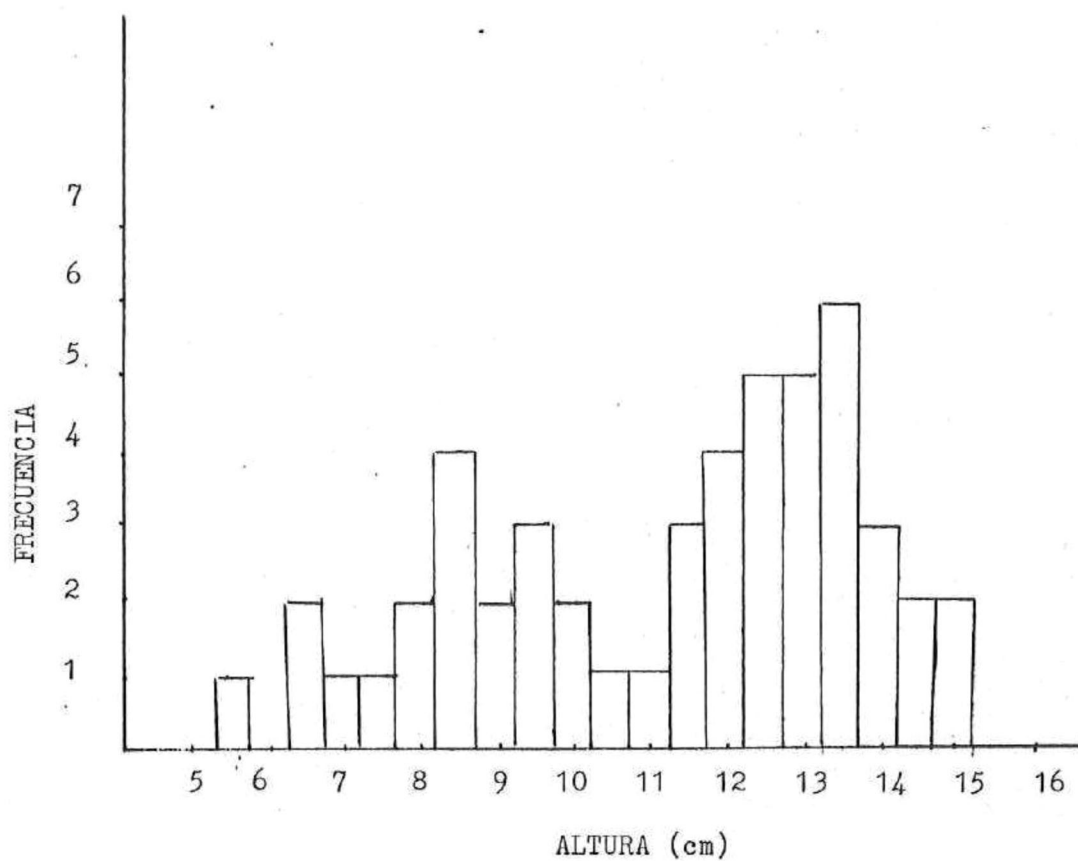


Fig. 19. Histograma de frecuencia de altura de plántulas de *Y. schidigera* a los 12 meses de edad durante el trasplante al Ejido Fco. R. Serrano. Intervalos de 0.5 cm.

Tabla IX. Porcentaje de sobrevivencia de plantas de Yucca schidiigera trasplantadas en el area de explotación del Ejido Francisco R. Serrano.

EDAD					
MESES	PRIMER TRASPLANTE		SEGUNDO TRASPLANTE		
	ORIGINAL		ORIGINAL		
	6	8	12	18	24
PROMEDIO					
DE HOJAS	3	-	4	4	3
ALTURA					
PROMEDIO	8.6	-	11.2	12.0*	12.5**
(cm)					
TOTAL DE					
INDIVIDUOS	50	0	50	48	19
VIVOS					
PORCENTAJE DE					
SOBREVIVENCIA		0		96	38

* 3 plantas ramoneadas, ** 9 plantas ramoneadas, no se consideraron éstas.

El primer trasplante se hizo el 20 de marzo de 1983. El segundo trasplante se hizo el 20 de agosto de 1983.

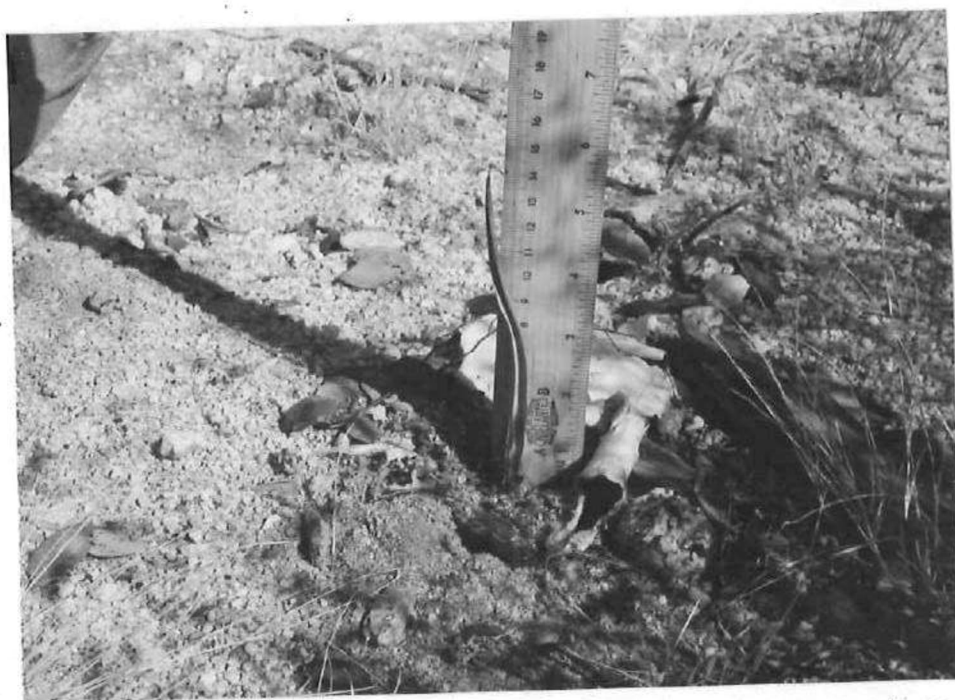


Figura 20. Planta de Yucca schidigera con alto vigor en sus hojas un año después de su trasplante al Ejido Francisco R. Serrano.



Figura 21. Planta de Yucca schidigera de 24 meses de edad con todas sus hojas ramoneadas por la fauna silvestre en el Ejido Francisco R. Serrano.

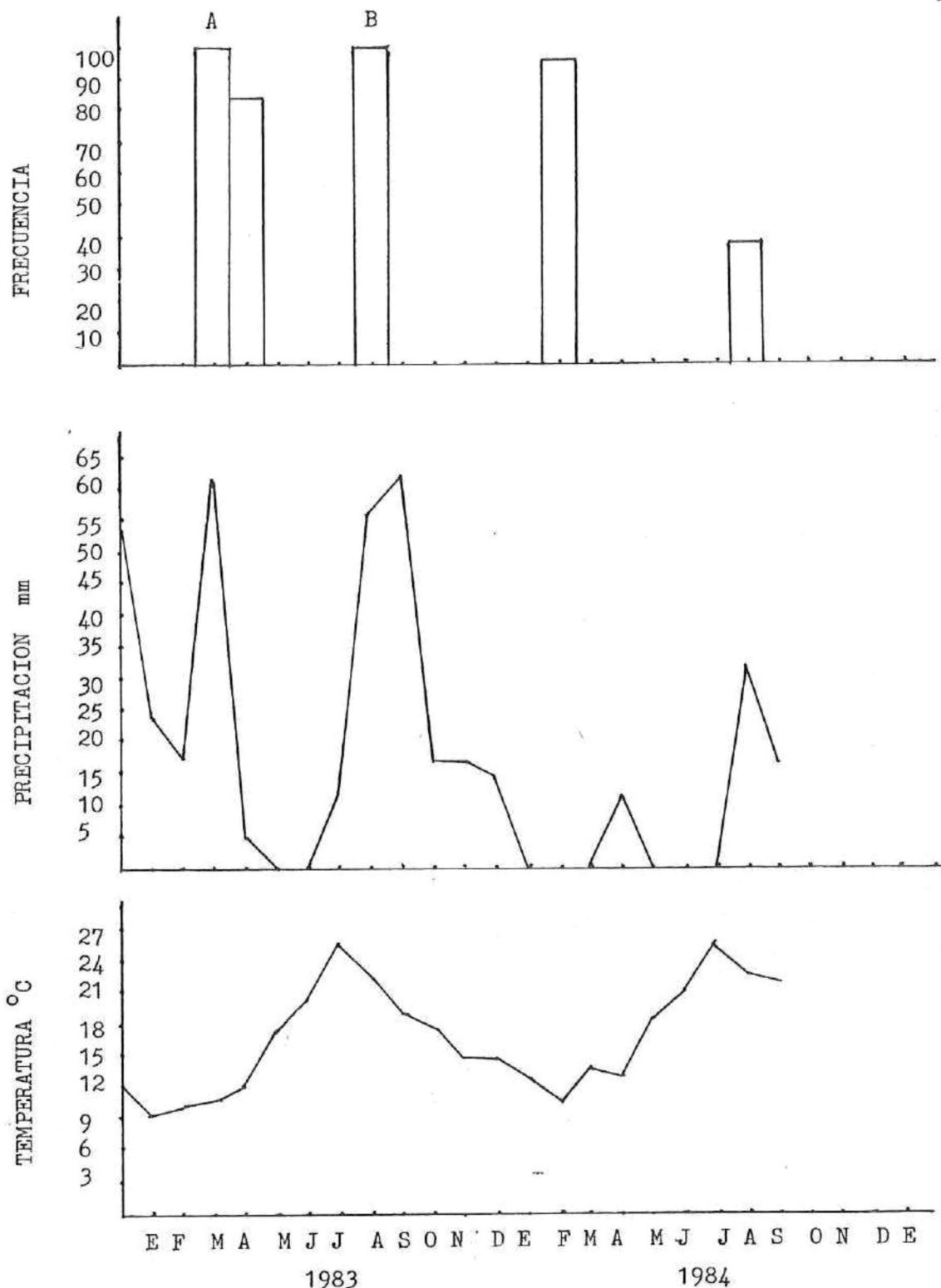


Fig. 22. Distribución de frecuencia de plantas vivas de Yucca schidigera trasplantadas al Ejido Fco. R. Serrano; Temperatura media mensual y precipitación media mensual registradas durante el período (1983-1984).
 A: Primer trasplante realizado el 20 de marzo de 1983.
 B: Segundo trasplante " el 20 de agosto de 1983.

Tabla X. Número de hojas muertas en rosetas de *Y. schidigera* tratadas con hormonas y sin tratar, plantadas en el área de explotación del Ejido Fco. R. Serrano.

La plantación se hizo el 24 de septiembre de 1983.

MUESTRA No.	TRATADAS			NO TRATADAS		
	HOJAS	HOJAS		HOJAS	HOJAS	
	VIVAS	MUERTAS		VIVAS	MUERTAS	
	ORIGINAL	6 MESES	12 MESES	ORIGINAL	6 MESES	12 MESES
1	48	30	48	48	31	48
2	41	27	41	22	6	9*
3	46	31	46	26	12	20*
4	43	24	43	47	26	34*
5	40	28	40	45	39	45
6	48	32	48	45	23	36*
7	49	25	49	40	31	40
8	43	18	43	39	16	39
9	42	22	42	42	28	42
10	33	14	33	45	35	45

* Solamente en estas rosetas se formaron raíces.

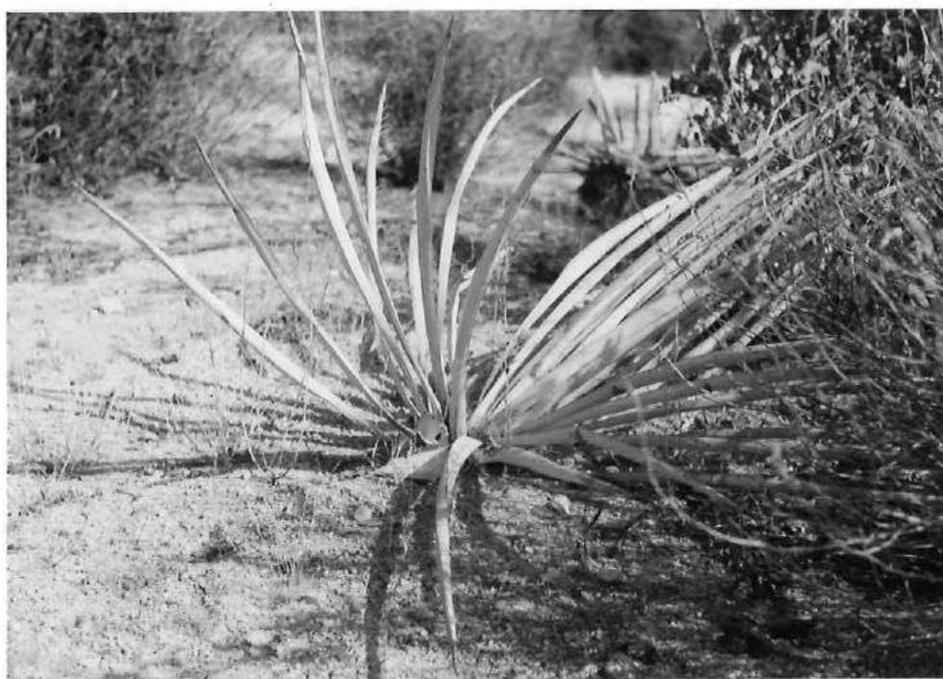
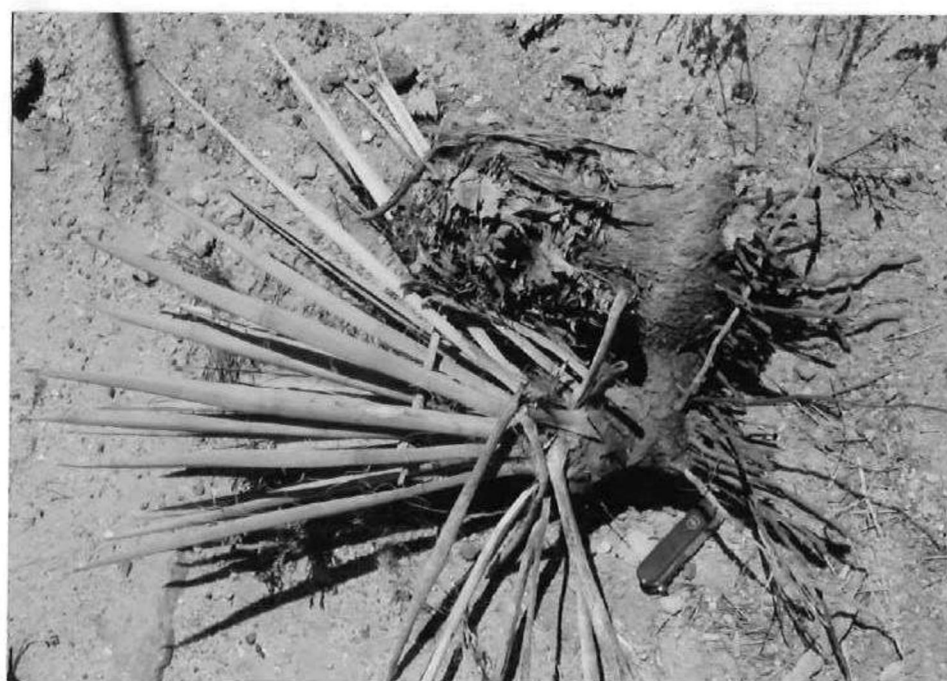


Figura 23. Roseta de *Y. schidigera* tratada con hormonas resultando con todas sus hojas muertas y sin raíces formadas un año después de su plantación (24 de septiembre de 1983) en el Ejido Francisco R. Serrano.



Figura 24. Roseta de *Y. schidigera* sin tratar con la tercera parte de sus hojas vivas y con raíces formadas un año después de su plantación (24 de septiembre de 1983) en el Ejido Francisco R. Serrano.



Figuras 25 y 26. Aspecto de una roseta (arriba) y de un retoño (abajo) de Y. schidigera con sus raíces en el Ejido Francisco R. Serrano.

DISCUSION

Dentro de la descripción que hicieron Arnott (1962), Wiggins (1980) y Matuda y Piña (1980), sobre las características de las semillas de Y. schidigera se refirieron únicamente a las de forma plana, sin considerar las de forma redonda que también se presentan en el mismo fruto en gran cantidad. Por esta razón, en este trabajo se hizo una clasificación atendiendo a los dos tipos de semillas bien diferenciadas (figura 3), para comprobar si realmente la forma no influye en la germinación (tabla IV). Los resultados del análisis de varianza demostraron que la forma de las semillas no influyó en el porcentaje de germinación final (tabla V), posiblemente esto se debió a que las semillas difieren en forma, pero no en cuanto al contenido de perispermo. El lugar que ocupan las semillas en el fruto determina la forma, es decir, las semillas redondas se encuentran en los extremos cóncavos y las semillas planas se localizan en la parte intermedia.

Respecto a la selección de semillas atendiendo a una categoría dimensional, se tomaron las de mayor tamaño y de forma más regular debido a que estas características indican que las semillas recibieron durante su formación un suministro adecuado de nutrimentos ayudando a optimizar los resultados en la obtención de plántulas. Según Niembro, et al. (1978) recomiendan utilizar las semillas de mayor tamaño, ya que éstas germinan en mayor cuantía durante el menor tiempo posible originando la emergencia de plántulas vigorosas.

Como se puede apreciar, la emergencia de la radícula ocurrió por primera ocasión a los 7 días en ambos tratamientos, lo cual indica que respondieron favorablemente, ya que la prueba se realizó a sólo 23 días después de la colecta, y al método de estratificación (Weaver, 1982) al cual fueron sometidas para romper la latencia. En los frutos la madurez lo indicó la textura blanda y coloración cafésácea, y en las semillas tomaron un matiz negro opáco al madurar, coincidiendo con las observaciones de Webber (1953), Arnott (1962), McCleary y Wagner (1973), Matuda y Piña (1980), Wiggins (1980). Seguramente que durante la colecta de los frutos

maduros fueron buenos indicadores de que en las semillas, también maduras, los embriones han alcanzado su completo desarrollo antes de que ocurra la desintegración de los frutos y las dispersen, permaneciendo en latencia en el suelo hasta que las condiciones sean favorables para la germinación.

Para el rompimiento de la latencia de las semillas se empleó la estratificación de las semillas, ya que se consideró el más adecuado porque es el que más se asemeja a las condiciones que se presentan en su medio natural. Los frutos maduran a fines de verano para que al dispersarse las semillas permanezcan en el suelo durante el invierno, donde la variación diaria de las temperaturas bajas y altas resultan más eficaces para la terminación de la latencia. Según Ray (1981) los requerimientos de un período frío impiden la germinación de semillas que han sido liberadas en el verano o en el otoño, en una época en la cual las plantas tendrían pocas oportunidades de establecerse antes que principiara las condiciones favorables. En lugar de ello, las semillas quedan latentes durante el invierno y como resultado de este tratamiento frío germinan temprano en la primavera siguiente teniendo toda la estación de crecimiento a su disposición.

Según Weaver (1982) durante la estratificación se produce en el embrión una decadencia de los materiales inhibidores y un aumento de los promotores por lo cual se rompe la latencia. Sin embargo, el tiempo que requiere la interrupción de la latencia varía. En este caso el proceso duró doce días y respondieron bien, pero quizás mediante más pruebas se logre conocer el tiempo óptimo.

En cuanto al rango de tiempo donde ocurrió la máxima germinación en ambos tratamientos (figs. 10 y 11) coincidió con el rango reportado para seis especies de Yucca por McCleary y Wagner (1973), a pesar de que en éstas las pruebas se hicieron a los seis y dieciocho meses después de la colecta. En el proceso ocurre una máxima germinación durante las primeras semanas disminuyendo notablemente después. El porcentaje de germinación final obtenido podemos considerarlo bueno (tabla IV), ya que se encuentra dentro del rango reportado para ciertas especies de Yucca.

Al parecer el porcentaje de germinación varía según la especie que se trate, y en la mayoría oscilan entre 60 y 80 % (Campbell y Keller, 1932; Webber, 1953; Arnott, 1962; McCleary y Wagner, 1973; Matuda y Piña, 1980; Cavazos y Arredondo, 1981). Sin embargo, existen variaciones en la germinación dentro de una misma especie debido a las condiciones en que se da el proceso, y a la longevidad de las semillas. Con respecto al primero, para que ocurra una buena germinación, las semillas deben contar con ciertos requerimientos críticos de temperatura y humedad principalmente. La temperatura no permaneció constante en el invernadero debido a que fué parcialmente controlada, se mantuvo fluctuando de acuerdo a las condiciones ambientales, pero no sobrepasó a los 26.6 °C, y la temperatura media 23.3 °C se aproximó a la que fué óptima para la mayoría de las especies (25 °C) según McCleary y Wagner (1973). Para conocer cual es la temperatura óptima para esta especie se tendrían que hacer más pruebas.

Weaver (1982) mencionó que la testa rígida que presentan ciertas semillas forman una barrera que se puede eliminar mediante tratamientos que debiliten o rompan la cubierta. Al parecer existen ciertos tipos de latencia de las semillas en las cuales sólo puede ser interrumpida por exposición a cierta cantidad mínima de lluvia. Según Ray (1981) éste requerimiento impide que las semillas germinen, excepto cuando han penetrado al suelo una cantidad suficiente de humedad que le permita a la planta desarrollarse. En ciertos casos se ha encontrado que esta latencia es causada por inhibidores químicos solubles en agua que se encuentran en la semilla, los cuales deben ser lavados para que la misma pueda germinar.

Esto podría explicar porqué la reproducción por semilla en esta especie ocurre con poca frecuencia en la naturaleza, debido a la irregularidad de las lluvias que se registran en la región donde se distribuyen y que al parecer influyen sobre la iniciación de la floración (Campbell y Keller, 1932; Webber, 1953; Gentry, 1979; Schaffer y Schaffer, 1979; Matuda y Piña, 1980; Ackerman, *et al.*, 1980; Udovic, 1981), por lo cual sólo ocurre después de las más altas precipitaciones registradas en las lluvias de invierno. Quizás eso explica que desde 1982 (año en que se

hizo la colecta) no se volvió a presentar floración hasta 1985. Sin, embargo, se observó que en esta última floración, la mayoría de las plantas con una gran parte de sus frutos (algunas casi todos). Esto mismo - la afectar a las semillas, ya que sólo germinan cuando ocurren buenas precipitaciones (Campbell y Keller, 1932; Webber, 1953; Arnott, 1962; McCleary y Wagner, 1973; Gentry, 1979; Matuda y Piña, 1980). Se encontraron pocas plántulas provenientes de semillas en el área de estudio; - plántulas que se encontraron estaban bajo el abrigo de una planta arborescente de jojoba y uña de gato.

McCleary y Wagner (1973) reportaron que el porcentaje de germinación de las especies de Yucca fue mayor a una longevidad de las semillas de 6 meses después de la colecta, que a una longevidad de 18 meses. Por otra parte, pudimos apreciar en varias pruebas de germinación utilizando semillas con una longevidad de 2 1/2 años (después de la colecta), que el porcentaje de germinación disminuyó notablemente con respecto a los resultados que obtuvimos en este trabajo. Con esto se puede apreciar que las semillas tienen un rango de tiempo en que ocurre una óptima germinación, lo cual se tendrían que hacer más pruebas para lograr conocerlo.

Respecto al número de plántulas obtenido podemos considerarlo bueno (tabla VI) ya que se aproxima al porcentaje (48.0 %) reportado por Arnott (1982), además mencionó que en la mayoría de las especies el porcentaje de semillas que producen plántulas de 5 meses de edad bajo condiciones de laboratorio es mucho menor que las que germinan, como se aprecia, el porcentaje de plántulas (tabla VI). Cabe hacer notar que no hubo mortalidad al salir de la emergencia de la primera hoja en el suelo, ya que mostraron alto vigor, manteniéndose así durante todo el desarrollo. Seguramente la mortalidad ocurrió en las primeras etapas después de ocurrir la germinación.

La emergencia de la primera hoja ocurrió por primera ocasión en un periodo corto (de 11 días) después de la plantación (figura 14). Según reportó Arnott (1982) la emergencia de la primera hoja ocurrió en una especie de Yucca al 7°/ día, y en otra al 12°/ día después de la germinación;

por lo cual lo resultante para esta especie está dentro de ese rango. El máximo número de plántulas ocurrió durante las primeras semanas (de la 2a. a la 4a.) coincidiendo con el tiempo en que ocurrió la máxima germinación (figs. 12 y 13). La forma de la semilla no influyó en el número de plántulas, y posiblemente la mortandad se debió a características propias de las plántulas, sobreviviendo solamente las más resistentes - (tabla VII).

En cuanto al desarrollo general de las plántulas en invernadero, - se comportaron uniformemente, posiblemente debido a que las semillas utilizadas provenían de la misma colecta. Según Arnott (1962) esto es común en las plántulas que se desarrollan de una sola colecta de semillas, especialmente en la cantidad de hojas y raíces presentes en ciertos intervalos de tiempo después de la germinación. Como se pudo apreciar, originalmente emergió una sola hoja en todas las plántulas (figura 10), posteriormente se dio un rápido incremento en número con un promedio de 3 hojas que se mantuvo hasta los 6 primeros meses (figura 11). Arnott (1962) reportó para ciertas especies un promedio de 5 hojas en plántulas de 5 - 5.5 meses de edad en invernadero, seguramente ese promedio incluye a las especies que desarrollan numerosas hojas en sus primeras etapas, entre las cuales no se encuentra esta especie, ya que según Webber (1953) y - Arnott (1962) ésta se caracteriza por formar pocas hojas.

Después de ocurrir una rápida producción de hojas, formaron menos de una hoja cada 6 meses, pero se dio un incremento en el tamaño, alcanzando la mayor velocidad de crecimiento durante los 6 primeros meses de desarrollo (tabla VIII). Según Ray (1981) en todas las plantas se da un crecimiento aéreo acelerado, esto es, el crecimiento en longitud de las hojas y de las raíces, en las etapas muy tempranas de su desarrollo. En los siguientes meses disminuyó marcadamente la velocidad de crecimiento (tabla VIII), posiblemente se debió a que fueron adquiriendo las características de una planta adulta, ya que mostraron cambios en el color y textura de las hojas como lo señalaron Webber (1953) y Arnott (1962).

De esa manera quedarían comprendidas las primeras etapas de desarrollo hasta los 18 meses de edad, y a partir de esa edad se iniciarían las últimas, esto es con fines prácticos, pero para conocer con exactitud - cuando ocurren esos cambios se tendrían que hacer estudios más profundos.

Las raíces se presentaron combinadas, de tipo carnososo y fibroso - (figura 17), y fueron también observadas por Webber (1953) y Arnott - (1962) en plantas de esta misma especie, en donde señalaron que las primeras son de especial interés, encontrándose solamente en la sección Yu-cca. Según Arnott (1962) las especies que presentan ambos sistemas de - raíces se localizan en las zonas más áridas, por lo que se piensa que el sistema de raíces de tipo carnososo representa una ventaja para soportar - las sequías en la naturaleza.

Ambos sistemas de raíces se desarrollaron en forma más rápida que las hojas, notándose que mientras el desarrollo de las hojas decreció - marcadamente después de que fueron formadas las primeras hojas, las raíces continuaron con un mayor desarrollo. Por otra parte, los cambios de coloración blanquecina al principio y rojiza al final podrían utilizarse como guía para conocer su estado de madurez, ya que según Arnott (1962) el matiz rojizo indica madurez en las raíces carnosas,

Las plantas en el campo tuvieron una velocidad de crecimiento muy lenta (tabla VIII), posiblemente debido a que las condiciones ambientales fueron poco favorables. Al parecer la precipitación es uno de - los principales factores que influye sobre la velocidad de crecimiento, según Campbell y Keller (1932), Webber (1953), Gentry (1979), Matuda y - Piña (1980), Ackerman, et al. (1980) ocurre un mayor crecimiento cuando se presentan altas precipitaciones, y es menor cuando son bajas.

Sin embargo, las plántulas en el campo fueron medidas en un período muy corto, por lo que resulta difícil discutir la influencia que tuvo la precipitación sobre el crecimiento de éstas. Debido a las amplias

variaciones de año en año en los patrones climáticos de esa región, se tendrían que realizar más mediciones durante varios años a fin de poderse comparar. Por otra parte, el suelo también es otra causa importante que influye sobre el crecimiento, ya que como pudimos observar ocurrió un mejor desarrollo en plántulas con suelo de encino (alcanzaron una mayor altura en dos años), que en plántulas con suelo de su habitat natural en invernadero. Seguramente se debió a que el suelo de su habitat natural es muy pobre en materia orgánica y bajo en la cantidad de nutrientes necesarios para el desarrollo (tabla III) a diferencia del suelo de encino que es rico en materia orgánica principalmente y contiene una mayor cantidad de nutrientes.

Los datos de altura obtenidos de plántulas en invernadero y en el campo representan una mínima parte de la curva de crecimiento para esta especie, ya que al parecer presenta una longevidad muy grande según McKelvey (1948), Webber (1953), Gentry (1979), Amaro (1981) y Piña (1981). Por otra parte, Amaro (1981) mencionó que ocurren diferencias en la velocidad de crecimiento durante el desarrollo de esta especie; por lo que valdría la pena continuar con este estudio para poder conocer cuando ocurren estos cambios en la velocidad de crecimiento.

Suponiendo que la velocidad de crecimiento continuara similar a la de los 12 meses, las plántulas alcanzarían una altura de 1.50 m alrededor de los 30 años (si se presentara buen temporal todos los años), pero esa región presenta variaciones en la precipitación que se registra año con año; según Amaro (1981) esa altura la alcanza estimativamente a los 15 años, considerando que la Yucca es adulta a partir de la altura en el tronco de 1.50 m. Según Webber (1953) esta especie empezó a florecer a los 15.5 años, con una altura promedio de 1.20 m las plantas que estuvieron bajo semi-irrigación, y de 0.41 m las que no tuvieron riego. Lo anterior coincide con las observaciones realizadas en el campo, ya que pudimos comprobar la existencia de plantas menores de un metro con inflorescencias.

Como se apreciaba en los resultados del primer trasplante, el establecimiento de las plántulas que contaban originalmente con 6 meses de edad, y una altura promedio de 8.6 cm (figs. 15 y 18) no fue posible, ya que murieron todas en un lapso muy corto (figura 22, tabla IX). El trasplante se hizo en marzo debido a que este mes está libre de heladas y ocurren las mayores precipitaciones de las lluvias de invierno. Sin embargo, las condiciones climáticas que se registraron fueron muy extremas, notándose un marcado descenso en la precipitación durante el mes de abril, y la ausencia de ésta en los meses de mayo y junio, al mismo tiempo que se incrementaba la temperatura (figura 22). Posiblemente éstas fueron las principales causas de la mortandad de las plántulas en un lapso tan corto. Por un lado al incrementarse la temperatura provocó que aumentara la evaporación y transpiración en las plántulas, al mismo tiempo que disminuían su actividad metabólica y los requerimientos de agua se incrementaron. Ackerman *et al.* (1980) mencionaron que las plantas en el desierto entran en un período de mayor actividad durante la primavera y verano. Debido a que no se presentaron lluvias en los meses posteriores al trasplante, no contaron con la humedad necesaria para realizar sus funciones, por lo cual no soportaron el cambio brusco, deshidratándose finalmente.

Por otra parte, los suelos arenosos en el área se caracterizan por permitir una rápida infiltración del agua, por lo que al agotarse la humedad de las capas más superficiales, las raíces poco desarrolladas no pudieron alcanzar la humedad de las capas más profundas; además las raíces jóvenes son muy susceptibles a la deshidratación, pudiendo haber influido negativamente sobre ellas el suelo cuya absorción de calor es muy alta. A pesar de que las plántulas contaban originalmente con hojas embrionales, logró sobrevivir un buen número de éstas en el mes de abril, cuando las condiciones climáticas comenzaron a cambiar en forma más brusca. Esto hace suponer que quizás las plántulas, contando con un período de lluvias más prolongado que les ayude a soportar el estrés del trasplante, podrían asegurar su establecimiento.

Como lo muestran los resultados del segundo trasplante, el establecimiento de las plántulas que contaban originalmente con 12 meses de edad y una altura promedio de 11.2 cm (figs. 16 y 19) fué favorable, ya que un buen número de éstas sobrevivieron durante un largo período (figura 22, tabla IX). El segundo trasplante se realizó en agosto ya que en este mes se presentan las más altas precipitaciones de las lluvias de verano, notándose que las condiciones climáticas que se registraron en los meses posteriores al trasplante fueron buenas. Las lluvias que se registraron en verano fueron abundantes y es posible que hayan favorecido al establecimiento de las plántulas, ya que su sistema de raíces poco desarrollado contó con la humedad necesaria en las capas superficiales del suelo.

Por otra parte, las plántulas contaron con un período más prolongado de lluvias de verano e invierno, además la temperatura fué en descenso permitiendo que disminuyera la evaporación y transpiración, al mismo tiempo que las plántulas disminuían su actividad metabólica al entrar al período de invierno (figura 22). Ackerman, *et al.* (1980) mencionaron que las plantas en el desierto entran en un período de poca actividad en invierno.

El alto número de plantas que sobrevivieron 6 meses después del trasplante se debió principalmente a esos factores (figura 22, tabla IX). Además mostraron un alto vigor, así como notables cambios en la textura y coloración de las hojas, definiéndose más las características de una planta adulta. A pesar de que fueron semiprotegidas las plántulas con envases de cartón, esto no fué suficiente para librarlas del ramoneo de la fauna, aunque muy pocas fueron las afectadas, y en algunas solamente las partes apicales fueron ramoneadas, pudiéndose recuperar.

En contraste, el número de plantas disminuyó marcadamente a los 12 meses después del trasplante, al mismo tiempo que atravesaron por el período de sequía, ya que las precipitaciones que se registraron fueron más bajas que las registradas durante el primer trasplante (figura 22, tabla IX). Sin embargo, el bajo número de plantas que lograron sobrevi-

vir mostraron un alto vigor, quizás debido a que contaron con el tiempo suficiente para superar el estrés del trasplante, así como se hicieron más evidentes las características de una planta adulta, por lo cual contaron con mejores ventajas para soportar las condiciones climáticas que se registraron. Por otra parte, un alto número de plantas mostraron sus hojas ramoneadas por la fauna, en algunas fueron más afectadas que en otras, por lo cual hace suponer que éste fué uno de los principales factores que afectó la sobrevivencia de éstas al darse un ramoneo excesivo, más aunadas las condiciones climáticas que prevalecieron, no favorecieron a su recuperación (figs. 20 y 21). Al respecto Campbell y Keller (1932), Webber (1953), Gentry (1979), Matuda y Piña (1980), Hunter et al (1980) consideraron que la deficiencia e irregularidad de las lluvias, el lento crecimiento y al daño causado por la fauna son las causas principales de la escasez de plántulas provenientes de semillas en la naturaleza.

Existen grandes diferencias entre los resultados obtenidos en ambos trasplantes. Las plántulas que se utilizaron contaban con diferentes edades, sin embargo, en ambos casos contaban aun con las hojas embrionales, es decir, aún estaban atravesando por transformaciones graduales para adquirir las hojas características de la edad adulta. Según Arnott (1962) las hojas embrionales persisten por lo menos durante todo un año en algunas especies. Por otra parte, Webber (1953) señaló que las transformaciones hasta adquirir las hojas típicas de una planta adulta llevan de 18 meses a 3 años. Por lo tanto, seguramente que se trataba en ambos trasplantes de plántulas jóvenes, pero las plántulas del segundo trasplante contaron con mejores condiciones climáticas que favorecieron su establecimiento.

Debido a las características extremas del clima predominante en cada época de trasplante, podemos considerarlo como el principal factor determinante en el establecimiento de las plántulas. Esto implica que el buen éxito de los trasplantes estará en función de la época en que se realicen, tratando de que éstos coincidan con las mayores precipitaciones

y que se mantengan bajo esas condiciones por un período prolongado para que logren establecerse antes de pasar por la época de sequía. Por otro lado, el ramoneo de la fauna es otro factor limitante por lo que se tiene que evitar mediante barreras que las protejan para asegurar su sobrevivencia.

El haber utilizado plantas muy jóvenes en los trasplantes no quiere decir que éstas sean las más apropiadas para realizar labores de reforestación por éste medio; tampoco podemos asegurar que las plantas que sobrevivieron podrán llegar finalmente a la etapa adulta, ya que debido al lento crecimiento que presentan están expuestas a las condiciones extremas del clima de esa región, y al ramoneo de la fauna que podrían limitar su desarrollo. Sin embargo, manteniendo las plantas en vivero mayor tiempo, es posible que aumente la probabilidad de llegar a la edad adulta.

De acuerdo a los antecedentes sobre la facilidad de reproducción vegetativa que tienen las plantas del género Yucca, se tomaron las rosetas que fueron cortadas de los troncos, para promover la iniciación de raíces y producir plantas como posible medio de aprovechamiento de éstas; actualmente el desperdicio por tonelada de troncos es alrededor de 35 rosetas, por lo que en el aprovechamiento de 740 Tm de troncos en 1984, se desperdiciaron aproximadamente 25,999 rosetas.

Sin embargo, existen diferencias en cuanto a la utilización de rosetas y retoños en la propagación vegetativa. Por una parte, las rosetas son cortadas del tronco de plantas adultas, por lo que carecen de raíces; en cambio los retoños son removidos de la base de los troncos de plantas de Yucca, o bien de los rizomas de éstas, por lo que algunas ya cuentan con raíces preformadas (figura 26). Al respecto, Webber (1953) señaló que la presencia de algunas raíces en los retoños que son removidos de la planta madre favorece los resultados.

Por otra parte, las rosetas son de mayor tamaño, cuentan con un pequeño tronco, y soportan un número superior de hojas; en contraste, los retoños son pequeños no tienen un tronco definido, y poseen un número inferior de hojas (figs. 25 y 26). Al principio los retoños comparten los nutrimentos que le proporciona la planta madre, mientras que desarrollan un sistema de raíces propio, por lo que presentan una velocidad de crecimiento similar. Según Campbell y Keller (1932), los retoños mostraron una velocidad de crecimiento anual de 2.5 cm, siendo similar a la de las plantas adultas, posiblemente presenten una velocidad de crecimiento similar a la de las plantas madres y de los retoños, una vez que hayan formado su sistema de raíces.

A pesar de estar en mayor desventaja las rosetas que los retoños para la propagación vegetativa, se pudo apreciar que algunas de ellas respondieron favorablemente, formando raíces adventicias (cabe hacer notar que éstas eran aun poco numerosas), y presentando alto vigor de sus hojas, aunque perdieron gran parte de éstas durante el proceso (figuras 24 y 25, tabla X); en cambio las demás rosetas perdieron todas sus hojas y no produjeron raíces a pesar de que fueron tratadas con hormonas (figura 23, tabla X).

Las rosetas se trataron con reguladores del crecimiento (hormonas) con el propósito de estimular la iniciación de raíces, incrementar el número de rosetas que formara raíces, y acelerar el tiempo del proceso; además, según Weaver (1982), las raíces que surgen después de la aplicación de hormonas son de origen similar a las producidas normalmente. Sin embargo, los efectos del tratamiento no fueron favorables, ya que no se produjo ningún enraizamiento, así como perdieron todas sus hojas (tabla X).

El producto utilizado contenía como principal agente activo, al ácido indol-butírico (IBA), y al naftalinacetamida (NAAM). El primero es considerado como uno de los mejores estimuladores del enraizamiento

porque asegura buenos resultados. Según Weaver (1982) el IBA se desplaza muy poco, por lo que se retiene cerca del sitio de aplicación y los sistemas de enzimas destructoras de auxinas la descomponen en forma muy lenta, además de producir un sistema de raíces fuertes y fibrosas; el segundo producto NAAm también es un agente muy efectivo del enraizamiento. Según Weaver (1982) las sustancias promotoras son a menudo más eficaces cuando se utilizan en combinación. Quizás éstos no surtieron el efecto deseado debido a otros factores desconocidos.

El método de aplicación del producto en polvo que se empleó por espolvoreado se encuentra dentro de los más utilizados actualmente con resultados prometedores. Sin embargo, Weaver (1982) señaló que pueden surgir dificultades para obtener resultados uniformes mediante este método, debido a la variabilidad en la cantidad de material que se adhiere a la estaca. Antes de plantarse las rosetas, se dejaron reposar en el campo por dos semanas para que se secara la parte del corte y evitar que el exceso de agua ocasionara la pudrición de la base de la roseta. Según Webber (1953) los retoños que van a propagarse vegetativamente deben dejarse secar por unas semanas antes de plantarse.

Al parecer la aplicación basal del producto comercial utilizado, más que activar inhibió el enraizamiento natural, quizás debido a que no se dieron las condiciones apropiadas para su efecto. Por lo general al emplearse ésta técnica, se debe proporcionar rociado intermitente de agua pero en este caso, se dejaron expuestas las rosetas a las condiciones ambientales. Según Hartman y Kester (1982) para lograr un buen enraizamiento en estacas con hojas, se requiere de temperaturas adecuadas de (18 ° a 27 °C), bajas pérdidas de agua por las hojas, luz abundante y un medio de enraizamiento húmedo, bien aireado y drenado.

La época de plantación está sujeta a la fecha de corte de los troncos, pudiendo no ser ésta favorable para la formación de raíces, ya que se realiza después del período de lluvias. Asimismo fueron muchas las

limitantes por las que atravesaron, por lo que tuvieron que resistir a las condiciones desfavorables, y responder a la formación de raíces. Tal vez por esa razón el proceso es muy lento bajo esas condiciones; seguramente en vivero presenten mejores resultados.

Comparando la efectividad de la forma de reproducción por semillas y la propagación vegetativa por rosetas, tenemos que ambos presentan ventajas y desventajas en cuanto a la implementación de programas de reforestación del área de explotación.

Por un lado, mediante la reproducción por semillas es posible la producción intensiva de plantas, ya que el número de semillas producidas es abundante (un promedio de 73 semillas por fruto), y estas mostraron un buen porcentaje de germinación y viabilidad. Considerando que este proceso ocurre con poca frecuencia en la naturaleza, se le está limitando aún más debido a que los troncos que se cortan son de plantas adultas que no llegan por consiguiente a producir frutos, afectándose con esto la variabilidad de la especie.

Debido a que la producción de frutos no ocurre siempre cada año, se tendrían que coleccionar una gran cantidad de semillas cuando ocurra dicha producción de frutos para obtener el mayor número de plantas mientras sea posible una nueva colecta.

En general, considerando el lento crecimiento que mostraron las plántulas provenientes de semillas y por las características de la región donde se distribuyen, además por lo que mencionan los antecedentes, todo hace pensar que les tomará muchos años alcanzar la madurez y mucho más tiempo el alcanzar la altura de 1.50 m.

La implementación de programas de reforestación son de gran valor, tanto ecológico como económico y social. Hasta el momento no se ha considerado necesaria la reforestación en el área de explotación ya que existe regeneración natural por medio de retoños o brotes, pero nunca

la regeneración será mayor que el ritmo de explotación, por lo que se -
hace necesaria la intervención del hombre para que permita asegurar el -
aprovechamiento del recurso por un período muy prolongado, ya que cual--
quier desequilibrio en el ambiente podría colocar a la especie en peli--
gro de extinción.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No existen diferencias significativas en los resultados de germinación y de plántulas obtenidas, atribuibles a la forma de la semilla. Por lo que en las labores de producción de plantas por este medio se recomienda utilizar las semillas de tamaño preferentemente grandes sin considerar la forma.

El porcentaje de germinación obtenido (77.4 %) y el porcentaje de plántulas (49.8 %) son buenos, considerando que la siembra se hizo 23 días después de la colecta en invernadero. Sería conveniente realizar más pruebas de germinación y viabilidad de las semillas en diferentes intervalos de tiempo después de la colecta que permita conocer más sobre la longevidad y cuando se podría obtener el mayor número de plántulas, además de probar nuevos métodos que ayuden a optimizar los resultados.

La velocidad de crecimiento de las plántulas es muy lenta tanto en invernadero como en el campo, pero debido al corto tiempo en que se hizo la evaluación, y considerando que estas plantas se caracterizan por tener una longevidad muy grande, este estudio está representando una mínima parte del ciclo de vida para esta planta. Dada la importancia que tiene el conocimiento de la velocidad de crecimiento, así como el tiempo que tarda en alcanzar la madurez, sería conveniente continuar su estudio que permita en determinado momento, normar criterios sobre la explotación del recurso. Por otra parte, la velocidad de crecimiento depende principalmente de la humedad y del tipo de suelo, por lo que valdría la pena realizar estudios sobre las condiciones que mejor favorezcan su desarrollo.

La época de plantación fue determinante para el establecimiento de las plántulas en su habitat natural. Por lo que se recomienda realizar trasplantes durante las lluvias de verano, en el mes de agosto. En esta forma las plántulas cuentan con un período más prolongado de lluvias antes de atravesar por los meses de sequía. No es conveniente realizar trasplantes en primavera y al principio del verano.

El porcentaje de sobrevivencia de las plantas también se vió afectado por el ramoneo de la fauna, ya que al atravesar por el período de sequía se escasearon las plantas anuales, y por consiguiente se dió un ramoneo excesivo a pesar de estar semiprotegidas. Por lo que se recomienda implementar otras medidas de protección contra la fauna.

Las rosetas no respondieron al tratamiento de hormonas en la formación de raíces, además su utilización sería incosteable. Por otra parte, un bajo número de rosetas sin tratar respondieron a la formación de raíces y su recuperación fué muy lenta, por lo que no se recomienda para la reforestación del área de explotación. Por lo tanto, urge la realización de estudios químicos del contenido de las hojas que pudiera en determinado momento, suplir el aprovechamiento de los troncos en un futuro, ya que éstos son un recurso renovable, pero a largo plazo (quizás de más de 30 años). Asimismo, debe de estudiarse la posibilidad de utilizarse el bagazo que resulta del aprovechamiento de los troncos, para que se utilice en forma integral el recurso.

Los resultados obtenidos en la reproducción por semillas, indican que es el método de reproducción más ventajoso para la implementación de programas de reforestación en el área de explotación. Debido a que en este trabajo se hicieron pruebas de sobrevivencia con plántulas de 6 y de 12 meses de edad, sería conveniente trasplantar plantas de diferentes edades, para conocer cuando se podría obtener una mayor sobrevivencia, y que les permita llegar a la edad adulta.

Se han realizado estudios en su mayoría por especialistas extranjeros, los cuales sólo proporcionan datos muy aislados sobre la especie, principalmente en aspectos relacionados a análisis químicos y usos. Esto deja entrever la necesidad que existe de que intervengan especialistas mexicanos en la realización de estudios que ayuden a conocer ampliamente el recurso.

Actualmente la "palmilla" está siendo explotada en el Ejido, sin previo conocimiento del recurso, principalmente sobre el tiempo en que alcanza la madurez, velocidad de crecimiento y regeneración natural. Cuentan con un permiso que autoriza 966 Tm de volumen de corte anual de troncos, por un período de 10 años, estimándose de 15 años su ciclo de recuperación. Sin embargo, tomando en cuenta que presenta una velocidad de crecimiento muy lenta, su recuperación tardaría alrededor de 30 años o más (si se presentara buen temporal), por lo que es necesario realizar estudios sobre velocidad de crecimiento y tiempo que tarda en alcanzar la madurez, además es urgente la realización de un inventario del recurso en el lugar de explotación, así como la superficie total que cubre en Baja California para evaluar el potencial económico y lograr su óptimo aprovechamiento, ya que el corte de troncos en grandes cantidades puede poner en peligro de extinción la especie.

El recurso representa una fuente de ingresos importante para los ejidatarios. Es preciso que se haga una reevaluación del valor comercial del jugo de Yucca, acorde a sus características, ya que no se toma en cuenta el lento desarrollo y el tiempo que tarda dicha especie en alcanzar el estado adulto y la altura del tronco aprovechable (1.50 m).

LITERATURA CITADA

- Ackerman, T. L. E. M. Romney, A. Wallace & 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.
- Amaro J., E. 1981. Necesidades de incorporar al aprovechamiento las áreas cubiertas de izote (Yucca sp.) en Baja California. Memoria del Instituto Nal. de Investigaciones Ftiles., S.A.R.H. Publicación Especial No. 31; 123-138 pp. Monterrey.
- Arnott, H. J. 1962. The seed germination and seedlings of Yucca. Berkley, University of California Press. 35:1-164 pp.
- Campbell, R. S. & J. G. Keller. 1932. Growth and reproduction of Yucca elata. Ecology, 13:364-374 pp.
- Cavazos D., J. R. y A. Arredondo. 1981. Características ecológicas, distribución y utilización actual y potencial de Yucca sp. en San Luis Potosí. Memoria del Instituto Nal. de Investigaciones Ftiles. S.A.R.H. Publicación Especial No. 31:121-124 pp. Monterrey.
- CETENAL. 1976. Carta geológica del Ejido Francisco R. Serrano, Ensenada, B. C. H11B35 Esc. 1:50,000. México.
- _____. 1974. Carta topográfica de Francisco R. Serrano, Ensenada, B. C. H11B35 Esc. 1:50,000. México.
- COTECOCA. 1979. Coeficiente de agostadero del Ejido Francisco R. Serrano, Ensenada, B.C. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Reporte interno, no publicado.
- Coyle, J. & N. C. Roberts. 1975. A field guide to the common and interesting Plants of Baja California. xi=206 pp. Natural History Publishing Co., La Jolla, Ca.
- Davis, D. R. 1967. A revision of the moth of the Subfamily Prodoninae (Lepidoptera: Incurvariidae) Washington Smithsonian Institution; Museum of Natural History. 1-162 pp.

- Domínguez, X. A. 1979. Quimiotaxonomía del género Yucca. CIQA, III Conferencia Anual Internacional Sección Yucca. 185-198 pp. Saltillo, Coahuila.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 2a. Edición. Inst. 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.
- Hartman, H. J. & D. E. Kester. 1982. Propagación de plantas principios y prácticas. C.E.C.S.A. México.
- Hastings, J. M., R. M. Turner & D. K. Warren. 1972. An Atlas of some plants distributions in the Sonoran Desert. University of Arizona. Institute of Atmospheric Physics. Technical Reports on the Meteorology and Climatology of Arid Regions. No. 21. 216 pp. Tucson.
- Hunter, R. B., A. Wallace & 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.
- Matuda E. e I. Piña. 1980. Las Plantas Mexicanas del Género Yucca. Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial. México.
- McCleary, J. A. & A. Wagner. 1973. Comparative Germination and Early Growth of Six Species of the Genus Yucca. American Mdl. Nat. 90 (2): 503-508 pp.
- McKelvey, S. D. 1947. Yuccas of the Southwestern United States II. 1-192 pp. Jamaica Plain Massachussetts.
- Niembro R., A., M. A. Musalem y H. Ramírez. 1978. Plantaciones Forestales. Primera Reunión Nacional. Memoria del Instituto Nal. de Investigaciones Ftiles., S.A.R.H. Publicación Especial No. 13: 97-231 pp. México.

- Piña L., I. 1981. Las Plantas del Género Yucca de la Baja California Memoria del Instituto Nal. de Investigaciones Ftiles., S.A.R.H. Publicación Especial No. 31: 121-129 pp. Monterrey.
- Powell, J. A. & R. A. Mackie. 1966. Biological interrelationship of moths and Yucca whipplei Lepidoptera: Gelechiidae, Blastobasidae, Prodoxidae. Berkeley University of California Press.
- Ray, P.M. 1981. La planta viviente 7a. impresión. Cía. Editorial Continental, S.A. 272 pp. México.
- 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.
- Sandoval Ch., G. 1981. Algunas consideraciones sobre Yucca schidigera y su aprovechamiento. Memoria del Instituto Nal. de Investigaciones Ftiles., S.A.R.H. Publicación Especial No. 31: 139-153 pp. Monterrey.
- Schaffer, W.M. & M. V. Schaffer. 1979. The Adaptive Significance of Variation of Reproductive Habit in the Agavaceae II: Pollinator foraging behavior and selection for reproductive expenditure. Ecology. 60: 1051-1069.
- Shreve, F. & I. L. Wiggins. 1964. Vegetation and Flora of the Sonoran Desert. Stanford Univ. Press. Stanford.
- Subsecretaría Forestal y de la Fauna. 1984. Informe de Paso de Anualidad de Aprovechamiento de Yucca schidigera del Ejido Francisco R. Serrano, Ensenada, B. C., S.A.R.H. Reporte interno, no publicado.
- Udovic, D. 1981. Determinants of fruit set in Yucca whipplei: Reproductive expenditure vs. pollinator availability. Oecology (Berl.) 389-399 pp.
- Wallace, A. 1980. Soil Plant Animal Relationship Bearing on Revegetation and Land Reclamation in Nevada Deserts. Great Basin Naturalist Memoir No. 4 Brigham Young University, Utah. 1-3 pp.

- Weaver, B. L. 1982. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas. 17-204 pp. México.
- Webber, J. M. 1953. Yuccas of the Southwest. Agric. Monogr. No. 17 U.S. Dep. Agric., Washington, D.C.
- Wiggins, I. L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. Stanford. 1025 pp.