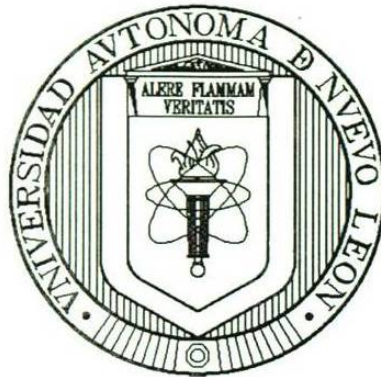


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**“Dinámica del crecimiento de hojas, flores y frutos de *Yucca filifera*  
Chabaud y el efecto de *Tegeticula yuccasella* Riley sobre la  
producción de semillas en Linares, N.L., México”**

**Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRA EN CIENCIAS FORESTALES**

**presenta**

**L.C.F. Laura Isabel Rentería Arrieta**

**Linares, N.L., México**

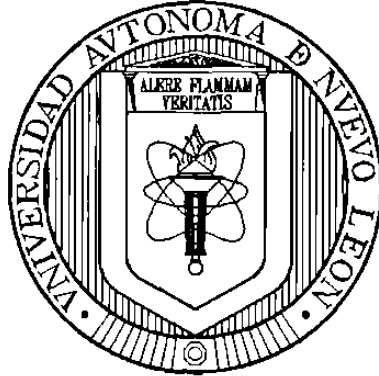
**Septiembre del 2000**

TM  
Z59  
FCF  
200  
R46



1020133314

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**“Dinámica del crecimiento de hojas, flores y frutos de *Yucca filifera*  
Chabaud y el efecto de *Tegeticula yuccasella* Riley sobre la  
producción de semillas en Linares, N. L., México”**

**Como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRA EN CIENCIAS FORESTALES**

**presenta**

**L.C.F. Laura Isabel Rentería Arrieta**

TH  
LS  
FE  
ON  
.

0138-60860



FONDO  
TESIS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

“Dinámica del crecimiento de hojas, flores y frutos de *Yucca filifera*  
Chabaud y el efecto de *Tegeticula yuccasella* Riley sobre la producción  
de semillas en Linares, N. L., México”

Tesis de Maestría  
que para obtener el grado de  
Maestra en Ciencias Forestales

Presenta

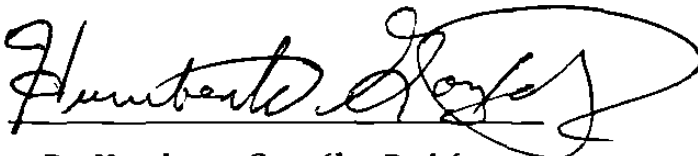
Laura Isabel Rentería Arrieta

Comisión de Tesis



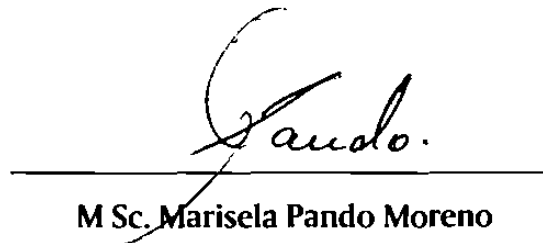
Dr. César Cantú Ayala

Presidente



Dr. Humberto González Rodríguez

Secretario



M Sc. Marisela Pando Moreno

Vocal

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca-crédito otorgada; así como a la NAWCC (CT 14-48-98210-6012) por el financiamiento para el presente estudio.

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León por el apoyo brindado durante la realización de mis estudios, y por el soporte financiero otorgado para los viajes de estudio fuera del país.

De manera especial, externo mi reconocimiento al Dr. César Cantú Ayala por su infinita paciencia, invaluable apoyo y ayuda incondicional en todo momento y por su valiosa dirección durante el desarrollo de esta tesis.

Al Dr. Humberto González Rodríguez por la revisión y sugerencias a este trabajo.

A la M Sc. Marisela Pando Moreno por la amable disponibilidad durante cada corrección al manuscrito y sobre todo por su gran ayuda en la última fase de este trabajo, sin la cual no hubiera sido posible llegar al término del mismo.

Al Dr. Fortunato Garza Ocañas, MC. Carlos Cavazos Camacho, MC. Felipe Brizuela Morales, MC. Mario García Aranda y Miguel González Botello por su ayuda, comentarios y por dedicarme su tiempo.

Al Ing. Adalberto Salce Zambrano, gerente de producción de la empresa Orval Kent, Linares, N.L., por su aportación de material para los trabajos de laboratorio.

A todos mis compañeros de generación y aquellos con los que tuve oportunidad de convivir durante mi estancia en Linares, así como a todas las personas que me apoyaron en las salidas a campo.

A todo el personal docente, administrativo y técnico.

## ÍNDICE

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
1.INTRODUCCIÓN	1
2.HIPÓTESIS	3
3.OBJETIVOS	3
4.ANTECEDENTES	4
5.MATERIALES Y MÉTODOS	11
5.1.Descripción de las áreas de estudio	11
5.1.1.Localización del Baño de San Ignacio	11
5.1.2.Localización del Campus Linares	13
5.2.Métodos	15
6.RESULTADOS	22
6.1.Fenología de <i>Yucca filifera</i> Chabaud	22
6.2. Producción de biomasa de <i>Y. filifera</i> y su relación con la precipitación	29
6.3. Efecto de <i>Tegeticula yuccasella</i> Riley sobre la producción de semillas de <i>Y. filifera</i>	35
6.3.1.Producción de óvulos y semillas	35
6.3.2.Cuantificación de semillas	35
6.3.3.Germinación	36
6.4. Trampeo nocturno de adultos de <i>T. yuccasella</i>	37
6.5. Tiempo de desarrollo de los lepidópteros asociados a las flores y frutos de <i>Y. filifera</i>	38
7.DISCUSIÓN	42



8. CONCLUSIONES	48
9. LITERATURA CONSULTADA	50
10. ANEXOS	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.2.1.1. Características silvícolas de 20 plantas de <i>Yucca filifera</i>	15
Tabla 5.2.1.2. Caracterización de los estados fenológicos de las inflorescencias y flores de <i>Y. filifera</i>	16
Tabla 5.2.1.3. Caracterización de los estados fenológicos de las infrutescencias y frutos de <i>Y. filifera</i>	17
Tabla 5.2.2.1. Características silvícolas de 48 plantas de <i>Y. filifera</i>	18
Tabla 5.2.5.1. Condiciones de laboratorio para las larvas emergidas de las estructuras reproductivas de <i>Y. filifera</i>	21
Tabla 6.1.1. Número de inflorescencias e infrutescencias producidas en 20 yuccas en el Baño de San Ignacio en 1998	23
Tabla 6.1.2. Número de inflorescencias e infrutescencias producidas en 20 yuccas en el Baño de San Ignacio en 1999	24
Tabla 6.1.3. Promedio e intervalo de confianza de flores y frutos de <i>Y. filifera</i> en distintos estados de desarrollo	27
Tabla 6.2.1. Tiempo de aparición y peso seco (g) de las estructuras reproductivas producidas en 48 yuccas en el Baño de San Ignacio en 1998	33

Tabla 6.2.2. Tiempo de aparición y peso seco (g) de las estructuras reproductivas producidas en 48 yuccas en el Baño de San Ignacio en 1999-2000	34
Tabla 6.3.1.1. Promedio e intervalo de confianza de óvulos y semillas en flores y frutos de <i>Y. filifera</i>	35
Tabla 6.3.2.1. Tipos de semilla en frutos maduros de <i>Y. filifera</i>	36
Tabla 6.4.1. Número de hembras y machos de <i>T. yuccasella</i> capturados en el trampeo nocturno	37
Tabla 6.5.1. Días transcurridos entre las etapas de desarrollo de <i>T. yuccasella</i> bajo condiciones de laboratorio (30°C, 16/8 hr luz)	38
Tabla 6.5.2. Días transcurridos entre las etapas de desarrollo de <i>T. yuccasella</i> bajo condiciones de laboratorio (24°C, 16/8hr luz)	38
Tabla 6.5.3. Días transcurridos entre las etapas de desarrollo de <i>T. yuccasella</i> bajo condiciones ambientales naturales (29°C)	39
Tabla 6.5.4. Días transcurridos entre las etapas de desarrollo de <i>Sosipatra rileyella</i> bajo condiciones ambientales naturales (29°C) y de laboratorio (23°C, 16/8 hr luz)	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribución geográfica de <i>Yucca filifera</i> en la República Mexicana	1
Figura 5.1.1.2. Diagramas climáticos de la estación metereológica “CerroPrieto” en el municipio de Linares, N.L.	12
Figura 5.1.1. Distribución de los sitios de estudio en el estado de Nuevo León	14
Figura 5.2.4.1. Trampa de rayos UV (luz negra)	20
Figura 6.1.1. Porcentaje de los diferentes estados de desarrollo de las estructuras reproductivas de 20 yuccas en el Baño de San Ignacio	26
Figura 6.1.2. Estados de desarrollo de las flores de <i>Y. filifera</i>	28
Figura 6.1.3. Estados de desarrollo de los frutos de <i>Y. filifera</i>	28
Figura 6.2.1. Peso seco de las rosetas de 48 yuccas y la precipitación acumulada en el Baño de San Ignacio en 1998	29
Figura 6.2.2. Peso seco de las rosetas de 48 yuccas y la precipitación acumulada en el Baño de San Ignacio en 1999-2000	30
Figura 6.2.3. Número y longitud de hojas por roseta, producidas por 48 yuccas en el Baño de San Ignacio en 1998	31
Figura 6.2.4. Número y longitud de hojas por roseta, producidas por 48 yuccas en el Baño de San Ignacio en 1999-2000	32

Figura 6.3.2.1. Tipos de semilla de frutos maduros de *Y. filifera* 36

Figura 6.5.1. Leípodpteros asociados a flores y frutos de *Y. filifera* 41

## **ANEXOS**

<b>Tabla 9.1. Caracterización de 20 yuccas en 1998</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 9.2. Número de inflorescencias producidas por 20 yuccas en 1998 en el Baño de San Ignacio</b>	<b>56</b>
<b>Tabla 9.3. Número de infrutescencias producidas por 20 yuccas en 1998 en el Baño de San Ignacio</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 9.4. Caracterización de 20 yuccas en 1999</b>	<b>58</b>
<b>Tabla 9.5. Número de inflorescencias producidas por 20 yuccas en 1999 en el Baño de San Ignacio</b>	<b>59</b>
<b>Tabla 9.6. Número de infrutescencias producidas por 20 yuccas en 1999 en el Baño de San Ignacio</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 9.7. Caracterización de 48 yuccas en 1998</b>	<b>61</b>

## RESUMEN

Se registró la fenología de la floración y fructificación, así como la producción de biomasa de *Yucca filifera* Chabaud (Agavaceae) en la región del “Baño de San Ignacio”, Linares, N. L., México.

*Y. filifera* presentó un sólo periodo reproductivo al año, el cual comenzó en febrero, alcanzando su máxima producción en marzo y abril, finalizando en mayo.

La producción mensual de biomasa reveló una correlación positiva con la precipitación registrada para cada mes previo. Asimismo, se determinó que en algunos casos, el mayor número de hojas por roseta, se presenta cuando cesa la producción de estructuras reproductivas.

Se evaluó el daño ocasionado por la asociación (mutualismo obligado) entre *Tegeticula yuccasella* Riley (Lepidoptera: Incurvariidae) y *Y. filifera*. La palomilla observó una alta eficiencia polinizadora y una baja intensidad de depredación por parte de las larvas en las semillas potencialmente viables.

La mayor densidad de adultos de *T. yuccasella* se presentó en el mes de marzo, coincidiendo con el periodo de mayor abundancia de flores maduras de *Y. filifera*.

Se registraron cuatro especies de lepidopteros asociados a las estructuras reproductivas de *Y. filifera*: *Sosipatra rileyella* Ragonot (Pyralidae), *Plodia interpunctella* Hübner (Pyralidae), un género no identificado de la familia Gelechiidae y *Prodoxus y-inversus* Riley (Incurvariidae); así como también el coleoptero *Lasioderma serricorne* Fabricius (Anobiidae) e himenopteros parasitoides de la familia Braconidae.

## ABSTRACT

Flowering and fruiting phenology, as well as biomass production was registered for *Yucca filifera* Chabaud (Agavaceae) in the "Baño de San Ignacio" locality, in Linares, N. L., Mexico.

*Y. filifera* presented only one reproductive period, which began in february and reached its highest production in march and april, to conclude in may.

Monthly biomass production showed a positive correlation to precipitation recorded for each previous month. Number of leaves by rosette was also determined and it was found that in some cases, this number increased when production of reproductive structures ceased.

Damage occasioned by the association (obligate mutualism) between *Tegeticula yuccasella* Riley (Lepidoptera:Incurvariidae) and *Y. filifera* was evaluated. The moth showed a high pollinating efficiency and low depredation intensity by the larvae in the potentially viable seeds.

The highest density of *T. yuccasella* adults was found in march, which was compatible with the period of maximum abundance of mature flowers of *Y. filifera*.

Four species of lepidopterons were found associated with the reproductive structures of *Y. filifera*: *Sosipatra rileyella* Ragonot (Pyralidae), *Plodia interpunctella* Huebner (Pyralidae), a gender not identified of the Gelechiidae family and *Prodoxus y-inversus* Riley (Incurvariidae); as well as the coleopteron *Lasioderma serricorne* Fabricius (Anobiidae) and parasitoids hymenopters of the Braconidae family.



## 1. INTRODUCCIÓN

El 72% de la superficie de la República Mexicana está ocupada por vegetación natural, cubriendo las zonas áridas entre 41.3 y 58.5 % de su territorio (Semarnap 1995), siendo éstas el hábitat principal para 29 de las 47 especies conocidas del género *Yucca*. Una de las especies con más amplia distribución dentro de las zonas áridas es *Yucca filifera* Chabaud, la cual se encuentra representada en 1.5 millones de hectáreas de la región norte y centro de México, concentrándose las mayores poblaciones en Nuevo León, sur de Coahuila, norte de San Luis Potosí y oriente de Zacatecas (Nava *et al.*, 1980); asimismo, se registran algunas poblaciones en los estados de Hidalgo, Querétaro, México y Tlaxcala (Villa, 1967). (Figura 1.1).



Figura 1.1: Distribución geográfica de *Yucca filifera* Chabaud en la República Mexicana (Matuda y Piña, 1980).

De la *Yucca filifera*, conocida popularmente como “palma china”, se utilizan todas sus partes; siendo sus flores y frutos las más aprovechadas. Éstas son empleadas en la alimentación humana y del ganado. Por otra parte, la semilla contiene componentes que son de interés para la industria, mientras que las hojas y el tronco son una importante fuente de fibra natural. Por ser una especie resistente a la sequía es usada en plantaciones en zonas áridas con fines de conservación del suelo. De la misma manera, es común verla formando corrales y cercas naturales en casas de campesinos, debido a su bajo costo. Otro uso que se les da, es como plantas de ornato, observándoseles frecuentemente en avenidas de ciudades, carreteras y zonas recreativas (Nava *et al.*, 1980).

Desde el punto de vista biológico, el género *Yucca* reviste gran interés científico, debido a que todas sus especies son polinizadas de manera exclusiva por hembras de palomillas de la subfamilia Prodoxinae (Lepidoptera:Incurvariidae) (Riley 1892; Trelease 1893; McKelvey 1947; Powell y Mackie 1966 en Kiester *et al.*, 1984); siendo considerada esta asociación un ejemplo clásico de mutualismo obligado.

El éxito de este mutualismo está determinado por varios factores interrelacionados. Este sistema tiene relaciones interespecíficas más complejas de las que actualmente se han apreciado (Powell, 1992), por lo que es importante la evaluación ecológica y evolutiva de estos organismos.

Solamente cuatro especies de polinizadores de *Yucca* son conocidos, tres del género *Tegeticula* y uno en el género monoespecífico *Parategeticula*, siendo probablemente este último género y dos de las tres especies de *Tegeticula*, específicos al género *Yucca* (Davis, 1967 en Kiester *et al.*, 1984). La especie *T. yuccasella* es la más común en varias especies de *Yucca* en diversas localidades (McKelvey, 1947 en Kiester *et al.*, 1984).

A la fecha no existen estudios sobre las interacciones ecológicas entre *Y. filifera* y *T. yuccasella*; y sobre la ecología de *Y. filifera* son pocos los trabajos realizados, ya que gran parte de estos estudios tienen una marcada tendencia al aspecto industrial.

Es por lo anterior que este trabajo se desarrolló teniendo como objetivo general: evaluar la dinámica del crecimiento de hojas, flores y frutos de *Yucca filifera*, dándole un especial énfasis a la relación que guarda con *Tegeticula yuccasella* y su efecto sobre la producción de semillas en la región de Linares, N.L.

## 2. HIPÓTESIS

La producción de hojas, flores y frutos de *Y. filifera*, está en función de los cambios estacionales que se presentan en el matorral, y la palomilla *T. yuccasella* causa un efecto ambivalente, por una parte los adultos polinizan las flores, mientras que por otra, las larvas destruyen sus semillas.

## 3. OBJETIVOS PARTICULARES

- 1) Describir la fenología de flores y frutos de *Y. filifera* en condiciones naturales.
- 2) Estimar la producción mensual de biomasa de *Y. filifera* y analizar la relación que guarda con el patrón de precipitación.
- 3) Evaluar el efecto de *T. yuccasella* sobre la producción de semillas de *Y. filifera*.
- 4) Estimar la densidad de adultos de *T. yuccasella* mediante trampeos nocturnos con luz ultravioleta.
- 5) Determinar el tiempo de desarrollo de los lepidópteros asociados a las flores y frutos de *Y. filifera* en sus diferentes etapas de vida (larva de último instar, pupa y adulto), bajo condiciones de laboratorio.

#### 4. ANTECEDENTES

Berlin (1953) desarrolló una investigación sobre las yuccas y agaves de México en cuanto a su clasificación, morfología, distribución y aprovechamiento. Su estudio fue limitado a datos botánicos, ecológicos y económicos.

Villa (1967) realizó una discusión taxonómica de *Yucca filifera* y *Y. decipiens*, determinando su distribución geográfica en el estado de San Luis Potosí, y describiendo las características sobresalientes del medio ambiente y sus relaciones con las mencionadas especies.

El crecimiento de *Yucca elata* en un patrón cíclico con respecto a la producción de hojas e inflorescencias, fue observado por Smith y Ludwig (1978), quienes determinaron que este patrón se debe a la disponibilidad de grandes cantidades almacenadas de energía, la cual es agotada durante la producción de una inflorescencia. Se consideró que el crecimiento vegetativo durante cierto tiempo es necesario, después de lo cual una planta podrá florecer en condiciones ambientales apropiadas.

En una investigación realizada por Wallen y Ludwig (1978) sobre *Yucca baccata*, se registró un promedio de 250 g de biomasa en tallos de inflorescencias, flores y frutos; correspondiendo casi la mitad de este peso a los frutos. Los autores mencionados encontraron además, en un estudio de simulación por computadora, que un tamaño promedio de plantas, necesitan cerca de 10 a 12% de biomasa seca como carbohidratos almacenados para producir un tamaño promedio de inflorescencias con flores y frutos. La simulación indicó que se requirieron cerca de tres años para retribuir la energía almacenada a los niveles necesarios para otra época reproductiva.

La naturaleza del género *Yucca* fue descrita por Gentry (1980), así como sus hábitos reproductivos, de crecimiento y los problemas con su aprovechamiento, dando particular atención a las especies de *Yucca brevifolia* y *Y. baccata*.

Claves taxonómicas de las especies mexicanas del género *Yucca* y una descripción de las mismas, fueron llevadas a cabo por Matuda y Piña (1980), además de señalar su importancia económica y distribución nacional.

Piña (1980) señaló que la familia Agavaceae, especialmente los miembros del género *Yucca*, están entre los más representativos de la flora de Norte América, describiendo además, su distribución geográfica desde Canadá hasta América Central y puntualizando sus relaciones ecológicas.

Algunas consideraciones respecto a las alternativas de uso de *Yucca filifera*, fueron presentadas por Nava *et al.* (1980), quienes consideraron a esta especie como una fuente susceptible y de gran valor para la estabilidad y desarrollo de las zonas áridas del norte de México. El estudio mostró que se deben considerar los factores ecológicos, los cuales limitan la producción de atributos de dicho recurso.

Los parásitos de las etapas inmaduras de los géneros *Prodoxus*, *Tegeticula* y *Parategeticula* de *Yucca whipplei*, *Y. brevifolia*, *Y. schidigera* y *Y. schottii* fueron observados y colectados por Force y Thompson (1984), quienes encontraron pocas especies de parasitoides atacando los estados inmaduros de *Prodoxus*. En *Tegeticula* y *Parategeticula*, se observaron solamente dos géneros de parasitoides, comprendidos posiblemente en tres especies.

Kiester *et al.* (1984) modelaron la coevolución de caracteres cuantitativos para poblaciones de plantas y polinizadores especializados, discutiendo los patrones de coevolución mutualística con particular referencia a la estructura de la población, interacciones ecológicas y diversidad de especies entre orquídeas y abejas; avispas e higos, así como, yuccas y palomillas.

Gilstrap y Ludwig (1985) estudiaron la producción del fruto de *Yucca elata* en cuatro hábitats del Desierto Chihuahuense; determinando que el 67% de las plantas de *Y. elata* de

uno de los hábitats, florecieron y produjeron más fruto (24 por planta) que las plantas de las otras poblaciones. En otro de los sitios, el 83% de cada planta floreció y produjo un promedio de 14 frutos cada una. Los datos obtenidos fueron consistentes con los de otros años anteriores.

Keeley y Meyers (1985) investigaron los efectos de altas temperaturas sobre la germinación de semillas de fruto capsular y abaccado de especies de *Yucca* del Suroeste de Estados Unidos; encontrando que la germinación bajo condiciones controladas fue mayor y no hubo diferencias significativas entre las especies. En general, observaron que la respuesta de germinación a altas temperaturas fue más similar entre especies emparentadas que entre especies con hábitats ecológicos similares.

Wagner y Powell (1988) reportaron una nueva especie de lepidoptero asociado a *Yucca baccata* (*Prodoxus phylloryctus*) y la definen como una larva minadora de sus hojas semisuculentas. Establecen que esta palomilla se presenta simpátricamente con *P. coloradensis*, pero están ecológicamente separadas, y presentan los resultados obtenidos en la tasa sexual de ambas especies.

En un trabajo posterior, Powell (1992) investigó la reproducción natural de *Yucca*, sus relaciones filogenéticas, coevolucionarias y de polinización, especificando las especies "gemelas" en el complejo *Tegeticula yuccasella*, así como las diapausas prolongadas. Este autor señaló además, aspectos de su biología sin resolver, como son la demostración de una feromona producida por hembras de *Tegeticula* en la oviposición, el mecanismo de atracción de las palomillas a las inflorescencias de *Yucca*, y la confirmación de eventos prolongados de diapausa en *Tegeticula*.

Kerley *et al.* (1993) comprobaron que el éxito reproductivo de *Yucca elata* bajo el efecto de la actividad del ganado vacuno sobre las inflorescencias se ve reducido, puntualizando que lo anterior se debe probablemente a la incapacidad de las plantas para reabsorber nutrientes después de la floración. Mencionaron además, que el daño ejercido por el ganado vacuno podría causar la extinción local de la palomilla *Tegeticula yuccasella*.

Al norte de Colorado, Dodd y Linhart (1994) llevaron a cabo un estudio sobre las consecuencias reproductoras de interacciones entre *Yucca glauca* y *Tegeticula yuccasella*, comparando la ecología reproductora y sistemas reproductivos de la *Yucca*. Asimismo, efectuaron análisis bioquímicos del néctar y observaron a los visitantes florales. Los resultados que obtuvieron, revelaron que es probable que el díptero *Pseudocalliope* sp. nov. (Lauxaniidae) actúe como un polinizador secundario y también señalaron, que la autogamia es factible, por lo tanto, propusieron que la simbiosis de yucca-palomilla fuera revisada como un mutualismo facultativo.

La existencia de dos paradigmas alternativos para procesos coevolucionarios en los sistemas planta-herbívoro: "pareados y difusos", fueron expuestos por Eitzman y Rausher (1994), quienes discutieron los criterios que explican estos dos sistemas, presentando un modelo que demuestra la validez de su propio criterio, con resultados de experimentos que prueban que la selección ejercida por insectos herbívoros sobre la resistencia en *Ipomoea purpurea* es pareada y no difusa.

Pellmyr *et al.* (1996) establecieron hipótesis para la evolución de la polinización activa y especialización recíproca en el contexto de escaso néctar funcional en yuccas. Los autores argumentan que varias características necesarias por la evolución del mutualismo obligado, son rasgos comunes dentro de Prodoxidae y solamente la polinización activa y partes bucales modificadas parecen ser características nuevas en la palomilla.

Huxman y Loik (1996) indican que existen pocos estudios enfocados a la germinación y establecimiento de *Yucca* sp. en campo. Presentaron un mecanismo de germinación que no ha sido reportado para el género *Yucca*, asimismo, discuten sobre el significado ecológico que tiene la germinación dentro del fruto. Realizaron diversos experimentos con semillas, que les indicaron que las implicaciones que conlleva la germinación en el fruto aumenta las posibilidades del éxito en el establecimiento de las plántulas en el campo.

La distribución en el fruto de cuatro tipos de semillas (fértiles, infértiles, semillas dañadas y no dañadas) fueron estudiadas por Ziv y Bronstein (1996) al evaluar costos y beneficios ecológicos en una población de especies de *Yucca schottii* en el sureste de Arizona, con especial referencia a como la disposición espacial de las semillas afectó la conducta de las larvas de *Tegeticula yuccasella* y, por lo tanto, los costos de la yucca en el mutualismo. Los resultados obtenidos sugirieron que las semillas infértiles funcionan como unidades bloqueadoras dentro de los lóculos y por lo tanto, se reduce la depredación de la semilla por la larva. Esto también respalda el hecho de que junto con otras ciertas características de los frutos, la presencia de semillas infértiles promueve la estabilidad evolucionaria de esta polinización.

Pellmyr *et al.* (1996) establecen que el mutualismo fundamental es un conflicto intrínseco entre las partes en las que cada una está bajo selección por explotación incrementada de la otra. Presentaron una evidencia filogenética por la inversión de un mutualismo obligado: dentro del complejo de *Tegeticula yuccasella*, distintas especies de "tramposos" derivados de polinizadores obligados infligen un alto costo en su hospedero (yucca) por la posición de sus huevos pero no por la polinización. Los datos filogenéticos mostraron que los "tramposos" no son taxa hermanados, con lo cual concluyeron que hay varias evidencias de que cambiar al hospedero es un mecanismo que puede proveer una ruta de escape evolucionario entre mutualistas obligados en general.

Los costos ecológicos de existencia en un polinizador fueron medidos para las especies de palomillas de la yucca y resultaron bajos. Esta estimación, efectuada por Pellmyr (1997), sugiere que dichos costos no son un obstáculo en la evolución de la polinización activa. Asimismo, el mencionado autor demostró que la inoculación fúngica activa entre artrópodos es ecológicamente análoga a la polinización activa, siendo un complemento para análisis comparativos; determinando que el gran número de linajes independientes de polen activo y dispersores de hongos, proveen una plataforma para probar las hipótesis acerca del papel de preadaptaciones en la evolución de mutualismos, cambios de mutualismo y el papel del mutualismo en la diversificación.



Huth y Pellmyr (1997) investigaron los factores adicionales que afectan los patrones del aborto floral. Las diferencias intrínsecas en dicho aborto en *Yucca filamentosa*, fueron basados en relación a la posición floral y a la herbivoría por un escarabajo (*Carpophilus melanopterus*) que coexiste con *Tegeticula yuccasella*, y que es el responsable del 37% del aborto floral; de igual manera, estudiaron el efecto en la interacción planta-palomilla. Los mencionados autores, señalan que el aborto de la flor en la post-polinización selectiva puede proveer plantas con un mecanismo para algún tipo de control en la maduración del fruto, y que probablemente las diferencias intrínsecas en el aborto floral y el aborto desencadenado por los escarabajos (previo a las visitas de la palomilla en las plantas), son factores que conducen a *T. yuccasella* en la polinización y la puesta de los huevecillos.

En un estudio realizado por Bronstein y Ziv (1997) se compararon los costos infligidos por un polinizador obligado (*Tegeticula yuccasella*) y dos consumidores comunes de la yucca (un escarabajo y una palomilla del género *Prodoxus*). Los autores discutieron que los costos medibles de los consumidores asociados (no mutualistas), no son necesariamente traducidos dentro de un impacto sobre los sucesos del mismo mutualismo, ya que estos pueden incurrir después de que las actividades mutualísticas toman lugar. También determinaron que los costos mutualistas, pueden diferir substancialmente dependiendo de la presencia o ausencia de especies no mutualistas.

Rodríguez y Ramírez (1997) describieron la morfología de la semilla de *Yucca shidigera*, y evaluaron su energía germinativa y valores de germinación, sin obtener diferencias significativas en la germinación de los diferentes tratamientos aplicados, así como tampoco hallaron ninguna influencia en la germinación final relacionada con la forma de la semilla.

Al estudiar la polinización biológica de *Manfreda virginica*, Groman y Pellmyr (1999) estimaron la contribución de visitantes diurnos y nocturnos en el establecimiento de las semillas y testificaron que las características florales y los índices de visitas participan

en dicho establecimiento. Los autores señalaron que *M. virginica* está adaptada a la polinización nocturna y que los resultados obtenidos, mostraron que la polinización diurna manifestó una menor cantidad de semillas establecidas que la nocturna. Asimismo, hicieron alusión al hecho de que aún es poco conocido como los visitantes diurnos y nocturnos contribuyen a los sucesos reproductivos de la planta.

La regulación del mutualismo entre yucas y palomillas, de acuerdo a los factores intrínsecos y extrínsecos que afectan la retención floral, fueron investigados por Humphries y Addicott (2000) en *Yucca kanabensis*, definiendo que la calidad de la flor de la yuca posee ambos factores. Los componentes intrínsecos relacionan la morfología de la flor y la estructura de la inflorescencia. La palomilla *Tegeticula* sp., depredadores primarios de semillas, median los factores extrínsecos de calidad de la flor, a través de su oviposición en las flores y la cantidad y calidad del polen que transfieren. En adición, los componentes extrínsecos e intrínsecos interactúan como una función de la fenología de floración y la actividad de la palomilla dentro de las inflorescencias.

Cinco especies del género *Yucca* distribuidas en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas, fueron estudiadas por Rechy (2000), en un contexto integral tecnológico para uso industrial. La autora determinó que los Izotales son una fuente incalculable de recursos naturales, los cuales se han visto disminuidos por una explotación inapropiada, la cual sería frenada con un adecuado aprovechamiento desde el punto de vista tecnológico, político y social.

## 5. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Descripción de las áreas de estudio

Para el desarrollo de esta investigación se contó con dos áreas que, para efecto del presente escrito, se denominaron: sitio 1 - Baño de San Ignacio y sitio 2 - Campus Linares. La descripción del primero de estos, se basó en Cantú *et al.* (1994); para el segundo se presentan las citas pertinentes.

#### 5.1.1. Baño de San Ignacio

El primer sitio de estudio se encuentra ubicado en la región Sureste de Nuevo León, dentro del Municipio de Linares, a 21 km al Este de la cabecera municipal, entre las siguientes coordenadas geográficas: 24° 54' Norte y 99° 21' Oeste, a una altitud de 250 msnm (Figura 5.1.1.).

##### 5.1.1.1. Vegetación

La vegetación de la región es de tipo matorral mediano espinoso, siendo sus especies dominantes *Acacia rigidula* y *Prosopis laevigata*.

##### 5.1.1.2. Clima

El clima que predomina en la región es del tipo semiseco o semiárido, del tipo BS<sub>1</sub>(h) hw<sup>7</sup>(e') según la clasificación climática de Köppen, modificada por García (1965). La precipitación promedio anual es de 657 mm. Los periodos de sequía duran de 6 a 7 meses. La temperatura media anual es de 23.6°C (Figura 5.1.1.2.).

##### 5.1.1.3. Suelos

Los suelos que predominan en el área son los vertisoles, regosoles y gleysoles; encontrándose además con menor frecuencia castañozems y chernozems (FAO/UNESCO 1975, modificada por INEGI, 1978).

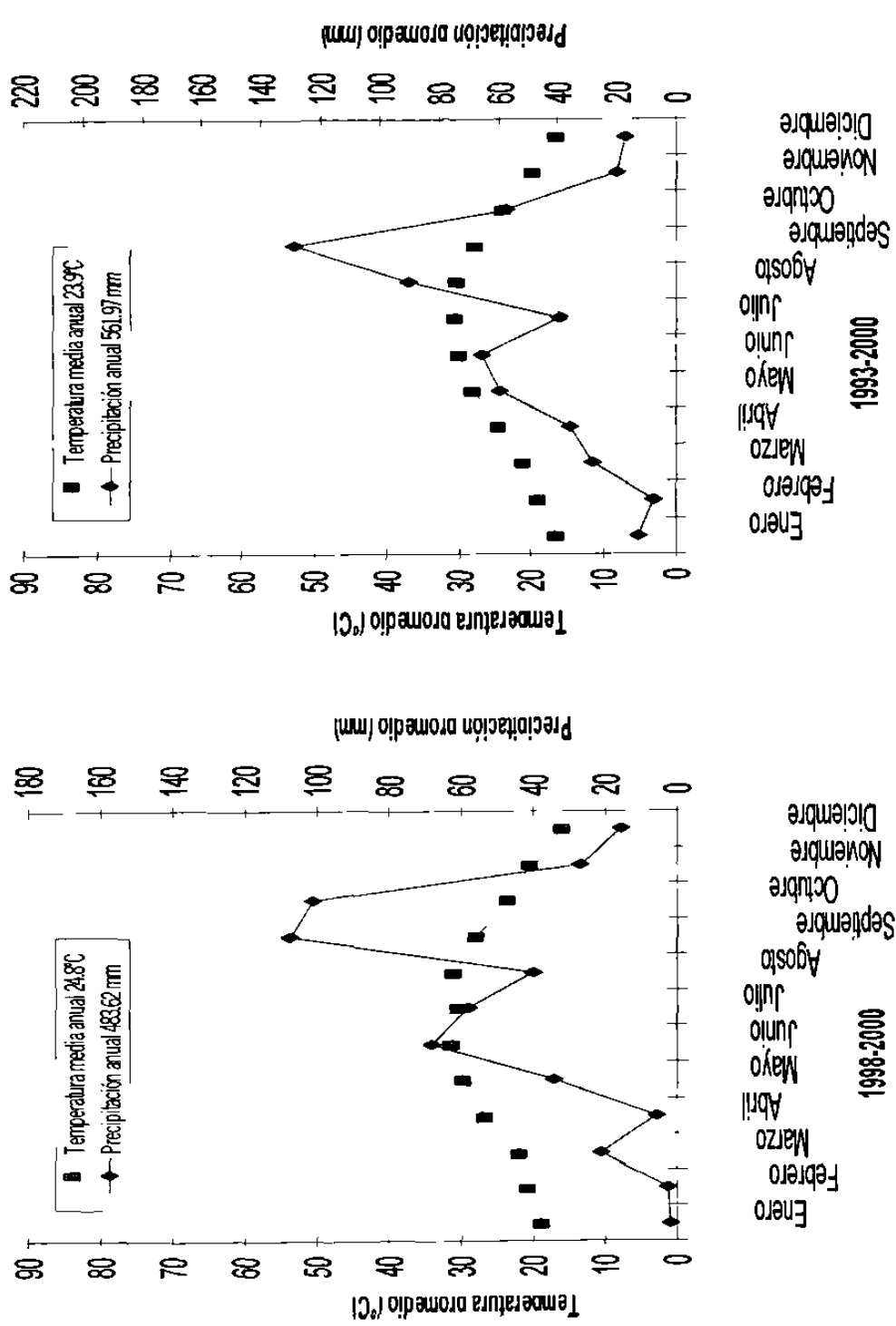


Figura 5.1.1.2: Diagramas climáticos de la estación meteorológica "Cerro Prieto" en el municipio de Linares, N.L. (izq.: datos de 1998-2000, der.: datos de 7 años).

### **5.1.2. Campus Linares**

El segundo sitio de estudio se encuentra ubicado dentro del campus de la Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., localizada aproximadamente a 8 km de la cabecera municipal, entre las siguientes coordenadas geográficas: 24°47' Norte y 99° 32' Oeste, a una altitud de 350 msnm (Foroughbakch y Hauad, 1989) (Figura 5.1.1.).

#### **5.1.2.1. Vegetación**

La vegetación está representada por el matorral alto espinoso, teniendo como especies dominantes a *Acacia rigidula* y *A. berlandieri*, y matorral mediano subinermes, donde destacan *Cordia boissieri* y *Pithecellobium pallens*, como elementos florísticos dominantes (Foroughbakch y Heiseke, 1990).

#### **5.1.2.2. Clima**

El clima es de tipo templado semicálido subhúmedo con lluvias en verano del tipo (A)C(Wo), de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García (1988). La precipitación promedio anual es de 810 mm, concentrándose en dos periodos de lluvia estivales (marzo-junio y septiembre-octubre). Las temperaturas son extremas, ya que se llegan a presentar desde 14 hasta 40°C (Woerner, 1991).

#### **5.1.2.3. Suelo**

El suelo es de la clase vertisol de origen aluvio-coluvial, con un alto contenido de arcilla. El pH es moderadamente alcalino y presenta bajo contenido de fósforo y nitrógeno (Foroughbakch y Hauad, 1989).

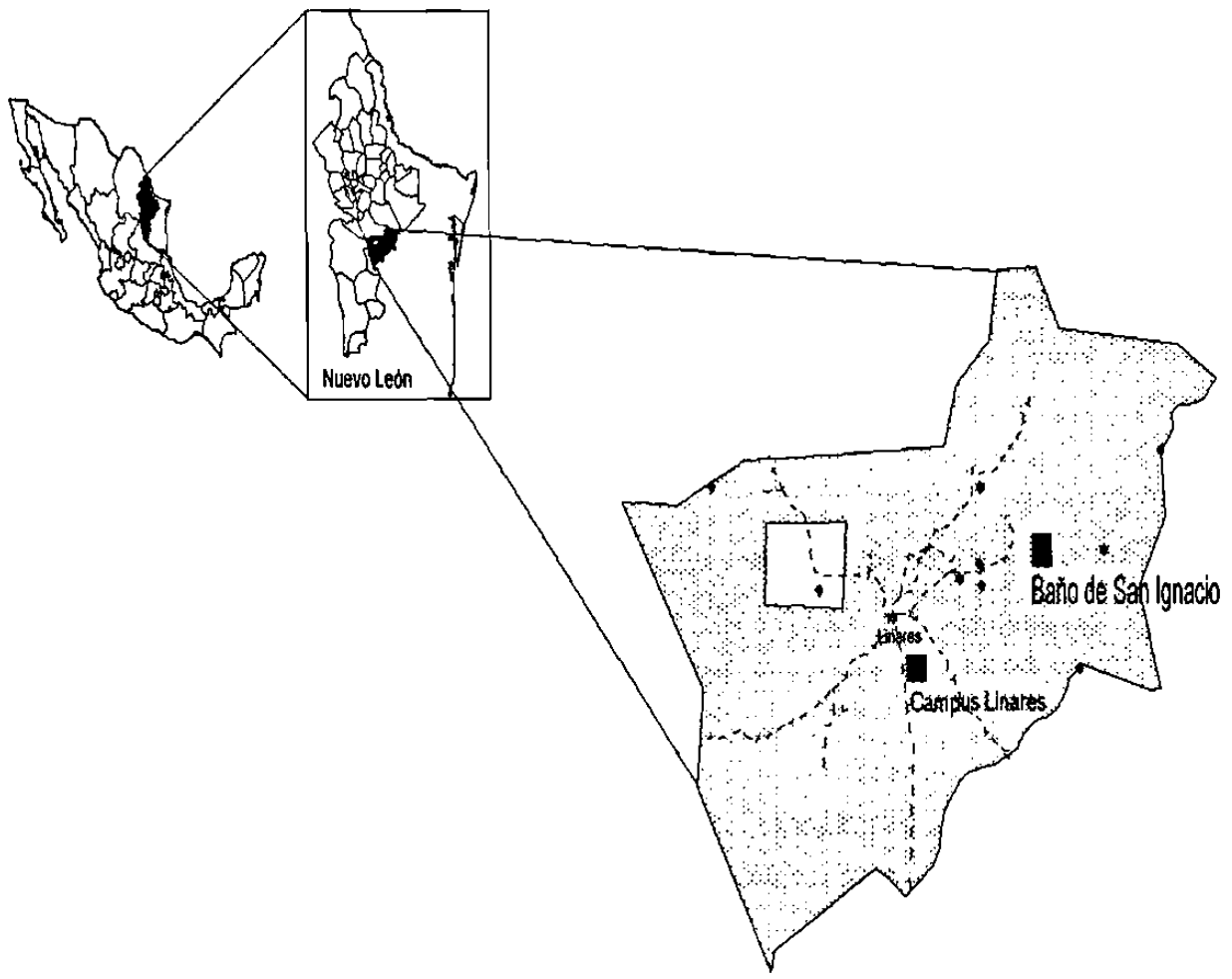


Figura 5.1.1: Distribución de los sitios de estudio en el estado de Nuevo León.

## 5.2. Métodos

El presente estudio se desarrolló en las regiones "Baño de San Ignacio" y "Campus Linares" de la Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., en donde se seleccionaron sitios en los que *Yucca filifera* fuera un elemento florístico dominante. En el área del Baño de San Ignacio se marcaron 2 grupos de yucas experimentales, de 20 y 48 individuos. El primero de estos, para la descripción fenológica de la especie y el segundo para la estimación de la producción de biomasa. En ambas regiones, se realizaron colectas periódicas de ejemplares de inflorescencias e infrutescencias, además de llevar a cabo muestreos nocturnos de la palomilla *Tegeticula yuccasella*.

A continuación se describe la metodología para cada uno de los objetivos:

### 5.2.1. Descripción de la fenología de flores y frutos de *Yucca filifera* en condiciones naturales.

En enero de 1998, en el sitio Baño de San Ignacio, se marcaron 20 individuos de *Y. filifera*. Las plantas seleccionadas fueron relativamente homogéneas (plantas vigorosas, de un sólo tallo principal, de altura y número de ramificaciones similares) (Tabla 5.2.1.1.).

Tabla 5.2.1.1: Características silvícolas de las 20 plantas de *Y. filifera* utilizadas en la descripción fenológica. Se presentan los valores promedio e intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ) para cada parámetro evaluado.

CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES
Altura	5.32 $\pm$ 0.61 (m)
Diámetro a la altura del pecho (1.30 m)	31.98 $\pm$ 11.39 (cm)
Diámetro (10 cm)	48.38 $\pm$ 10.68 (cm)
No. rosetas terminales/planta	4.80 $\pm$ 2.93
No. rosetas intermedias/planta	0.35 $\pm$ 0.59
No. total rosetas/planta	5.15 $\pm$ 3.10

Las 20 plantas establecidas se monitorearon cada 15 días durante 1998 registrando la presencia de las estructuras reproductivas en todos sus estados de desarrollo (Tabla 5.2.1.2. y 5.2.1.3.). Para complementar los resultados fenológicos, durante 1999 y hasta febrero del 2000 se continuó el monitoreo de las mismas.

Tabla 5.2.1.2: Caracterización de los estados fenológicos de las inflorescencias y flores de *Y. filifera*.

ESTRUCTURA	ESTADO FENOLÓGICO	CARACTERÍSTICAS
Inflorescencia	inmadura	primordio floral, sin botones florales aparentes
	intermedia	panícula con flores en sus tres estados de desarrollo
	madura	panícula sólo con flores maduras
Flor	inmadura	perianto verde blanquecino, cerrado
	intermedia	perianto verde blanquecino, semiabierto; anteras cerradas sin polen
	madura	perianto blanquecino, abierto; anteras abiertas con polen maduro



Tabla 5.2.1.3: Caracterización de los estados fenológicos de las infrutescencias y frutos de *Y. filifera*.

ESTRUCTURA	ESTADO FENOLÓGICO	CARACTERÍSTICAS
Infrutescencia	inmadura	panícula con frutos inmaduros
	intermedia	panícula con frutos en sus dos etapas de desarrollo
	madura	panícula sólo con frutos maduros
	vieja	panícula sólo con frutos viejos
Fruto	inmaduro	con restos de perianto, estigma café, mesocarpio incipiente, verde blanquecino, semillas inmaduras blancas
	maduro	mesocarpio carnoso, amarillo, semillas maduras negras
	viejo	negro, exocarpio seco y papiráceo, semillas maduras negras

De las plantas muestreadas, se registraron las características de sus inflorescencias e infrutescencias, en relación a los estados de desarrollo de las flores y frutos, asignándoles un valor porcentual del orden: 0-25, 25-50, 50-75, 75-100, respecto a su abundancia relativa en las panículas.

De manera complementaria, se realizaron colectas de panículas en todos sus estados fenológicos, cada 10 días entre los meses de marzo y agosto de 1998, tanto en el Baño de San Ignacio como en el Campus Linares, colocándolas en bolsas de plástico para su traslado al laboratorio donde se analizaron posteriormente.

En total se colectaron 146 panículas, de las cuales, en 134 se registró la cantidad y estado de desarrollo de sus flores y frutos, considerando también aquellas que se hubieran

desprendido debido al manejo. Asimismo, a 136 se les midió la longitud del pedúnculo principal. Por otra parte, se seleccionaron al azar 1,314 frutos maduros, midiéndoles a 693 su longitud y diámetro.

### 5.2.2. Estimación de la producción de biomasa de *Yucca filifera*.

En enero de 1998, en el sitio Baño de San Ignacio, se seleccionaron 48 plantas de *Y. filifera* de constitución uniforme (Tabla 5.2.2.1.), marcándoles 2 rosetas por cada planta con una banda elástica circular de 3 cm de ancho y aproximadamente 15 cm de diámetro, a fin de excluir las hojas jóvenes no desplegadas. A cada una de las 96 rosetas marcadas se les colocó además una etiqueta con un número distintivo.

Mensualmente se muestrearon 4 de las 48 palmas establecidas, cortándoles a cada una las 2 rosetas etiquetadas. Éstas fueron colocadas en bolsas de plástico y trasladadas al laboratorio. A fin de registrar el peso seco de las hojas y estructuras reproductivas de cada roseta, estas fueron desprendidas y secadas en una estufa de aire forzado (The Partlow Corporation) a una temperatura de 70°C por aproximadamente 96 hrs.

Tabla 5.2.2.1: Características silvícolas de las 48 plantas de *Y. filifera* utilizadas en la estimación de producción de biomasa. Se presentan los valores promedio e intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ) para cada parámetro evaluado.

CARACTERÍSTICAS	DIMENSIONES
Altura	5.05 ± 0.81(m)
Diámetro a la altura del pecho (1.30 m)	29.91 ± 11.94 (cm)
Diámetro (10 cm)	48.22 ± 17.25 (cm)
No. rosetas terminales/planta	4.17 ± 2.02
No. rosetas intermedias/planta	1.31 ± 1.50
No. total rosetas/planta	5.48 ± 2.78

Para complementar los resultados de este objetivo, en febrero de 1999 se marcaron otras 48 yuccas en el mismo sitio y se siguió el procedimiento anteriormente señalado.

Posteriormente, se realizó un análisis del coeficiente de correlación de Pearson entre el incremento mensual del peso seco de las rosetas y la precipitación acumulada del mes previo, en los distintos meses de los años de estudio; así como también para el número de hojas producido por roseta y la longitud de las mismas.

### **5.2.3. Evaluación del efecto de *Tegeticula yuccasella* sobre la producción de semillas de *Yucca filifera*.**

De las 146 panículas colectadas para cumplir con el objetivo 1, se escogieron 300 flores (100 correspondientes a cada uno de sus 3 estados de desarrollo) y 100 frutos maduros, los cuales fueron disectados a fin de cuantificar sus óvulos y semillas y evaluar el efecto de *T. yuccasella* en la fertilización de las flores de *Y. filifera*.

En 500 frutos maduros, se cuantificó el número y condición de las semillas. Además, se evaluó el porcentaje y tiempo de germinación en una germinadora (Sheldom Manufacturing, Inc. Modelo 2005), a 27°C, 30 días y humedad constante (100%), a fin de determinar la viabilidad de las semillas.

### **5.2.4. Estimación de la densidad de adultos de *Tegeticula yuccasella* mediante trampeos nocturnos con luz ultravioleta.**

Durante la época de floración de *Y. filifera*, se realizaron 24 muestreos nocturnos, 2 veces por semana entre el 05 de marzo y el 18 de mayo de 1998, en los sitios Baño de San Ignacio y Campus Linares. Dichos muestreos se realizaron, de las 20:00 a las 21:00 hr y de las 21:00 a las 22:00 hr, colocando una trampa de rayos UV (luz negra) tipo "Texas" (Southwood, 1966), (Figura 5.2.4.1.) en el centro de cada área de estudio. Esta lámpara fue accionada con una batería de 12 Volts. Los insectos fueron capturados en frascos con acetato de etilo, llevándolos al laboratorio, donde fueron identificados y cuantificados.

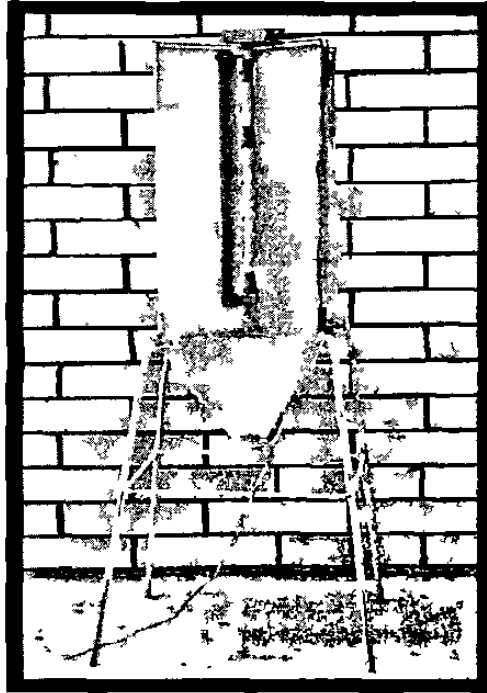


Figura 5.2.4.1: Trampa de rayos UV (luz negra).

**5.2.5. Determinación del tiempo de desarrollo de los lepidopteros asociados a las flores y frutos de *Yucca filifera* en sus diferentes etapas de vida (larva de último instar, pupa y adulto), bajo condiciones de laboratorio.**

De las 146 panículas mencionadas en el análisis de fenología, se tomaron frutos, pedúnculos principales y ramillas. Estas estructuras fueron colocadas individualmente en frascos de plástico de 2 L, a una temperatura de 24°C y fotoperiodo de 16 hr luz y 8 hr oscuridad. Posteriormente se registró la presencia de larvas emergidas, las cuales se sacaron y colocaron en cajas de Petri (90 x 15 mm), las cuales fueron mantenidas a diferentes condiciones de laboratorio para registrar su velocidad de desarrollo (Tabla 5.2.5.1.).

Tabla 5.2.5.1: Condiciones bajo las cuales se mantuvieron las larvas emergidas de frutos, pedúnculos principales y ramillas de panículas de *Y. filifera* de junio a octubre de 1998.

CONDICIONES DE LABORATORIO	TEMPERATURA (°C)	FOTOPERIODO (hr luz/oscuridad)	SUSTRATO
Insectario	24	16/8	Tierra estéril - n=128 Papel filtro - n=51
Cámara bioclimática	30	16/8	Tierra estéril - n=72 Papel filtro - n=49
Ambiente natural	29	variable	Tierra estéril - n=85 Papel filtro - n=78

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Fenología de *Yucca filifera* Chabaud.

En 1998, de las 20 plantas muestreadas, 15 presentaron estructuras reproductivas. En promedio cada yucca tuvo  $5.15 \pm 1.36$  rosetas por individuo (Anexo 9.1), las cuales sólo produjeron  $2.35 \pm 0.45$  inflorescencias por planta (Anexo 9.2); lo que significa que de 103 rosetas analizadas, se presentaron inflorescencias sólo en 47 de éstas, lo que representó un 45.63% del total. La media de infrutescencias producidas por planta fue de  $0.65 \pm 0.17$  (Anexo 9.3); de las 47 inflorescencias producidas, sólo 13 (27.66%) alcanzaron su pleno desarrollo hasta la etapa de infrutescencia madura. Para 1999, sólo 10 yuccas observaron estructuras reproductivas, y se tuvo un total de  $5.6 \pm 1.51$  rosetas por individuo (Anexo 9.4), y éstas produjeron  $1.05 \pm 0.23$  inflorescencias por planta (Anexo 9.5); esto es, que de 112 rosetas muestreadas, 21 produjeron flores (18.75%). Para las infrutescencias, la media fue de  $0.75 \pm 0.21$  por planta (Anexo 9.6); de las 21 inflorescencias, 15 (71.43%) alcanzaron la madurez.

En los dos años consecutivos de muestreo (1998-1999), el periodo reproductivo inició en el mes de febrero con la aparición de los primordios florales. Los primeros frutos se observaron a mediados de marzo para 1998 (Tabla 6.1.1.), mientras que para 1999, fue a partir de abril (Tabla 6.1.2).

Tabla 6.1.1: Número de inflorescencias e infrutescencias producidas en las yucas (n=20) muestreadas en 1998 y 1999 en el Baño de San Ignacio.

Fechas de muestreo	No. de inflorescencias desarrolladas a la fecha	Total de Inflorescencias a la fecha	No. de infrutescencias desarrolladas a la fecha	Total de Infrutescencias a la fecha	No. estructuras reproductivas totales a la fecha
23-Ene	0	0	0	0	0
22-Feb	3	3	0	0	3
6-Mar	8	8	0	0	8
16-Mar	12	16	1	1	17
7-Apr	13	16	5	6	22
18-Abr	11	22	4	10	32
2-May	0	13	3	13	26
23-May	0	2	0	13	15
30-May	0	0	0	13	13
13-Jun	0	0	0	13	13
27-Jun	0	0	0	13	13
13-Jul	0	0	0	13	13
27-Jul	0	0	0	13	13
12-Ago	0	0	0	11	11
25-Ago	0	0	0	10	10
12-Sep	0	0	0	10	10
26-Sep	0	0	0	9	9
10-Oct	0	0	0	9	9
23-Oct	0	0	0	9	9
5-Nov	0	0	0	9	9
19-Nov	0	0	0	8	8
4-Dic	0	0	0	8	8
15-Dic	0	0	0	8	8
4-Ene	0	0	0	6	6
20-Ene	0	0	0	5	5

Tabla 6.1.2: Número de inflorescencias e infrutescencias producidas en las yucas (n=20) muestreadas en 1999 y 2000 en el Baño de San Ignacio.

Fechas de muestreo	No. de inflorescencias desarrolladas a la fecha	Total de Inflorescencias a la fecha	No. de infrutescencias desarrolladas a la fecha	Total de Infrutescencias a la fecha	No. estructuras reproductivas totales a la fecha
20-Feb	1	1	0	0	1
2-Mar	1	1	0	0	1
17-Mar	5	6	0	0	6
30-Mar	10	13	0	0	13
13-Apr	3	12	13	13	13
27-Abr	0	0	0	13	13
12-May	2	2	0	12	14
27-May	0	0	1	13	13
11-Jun	0	0	0	13	13
25-Jun	0	0	0	13	13
8-Jul	0	0	0	13	13
27-Jul	0	0	0	9	9
9-Ago	0	0	0	9	9
25-Ago	0	0	0	8	8
10-Sep	0	0	0	8	8
23-Sep	0	0	0	6	6
12-Oct	0	0	0	0	0
26-Oct	0	0	0	0	0
9-Nov	0	0	0	0	0
23-Nov	0	0	0	0	0
7-Dic	0	0	0	0	0
7-Ene	0	0	0	0	0
21-Ene	0	0	0	0	0
10-Feb	0	0	0	0	0



La Figura 6.1.1. muestra las etapas de desarrollo de las inflorescencias e infrutescencias de *Y. filifera*; observándose para 1998 en los meses de marzo y abril todos los estados fenológicos de las flores y la primera fase del fruto. En mayo, se registraron solamente flores maduras y las fases inmadura y madura de los frutos. A partir de junio, se observaron los primeros frutos viejos; permaneciendo hasta febrero de 1999 en el 38% de las panículas que fructificaron, disminuyendo paulatinamente hasta el mes de septiembre del mismo año. En 1999, en el mes de marzo se observaron todos los estados de desarrollo de las flores y en abril la fase inmadura y madura del fruto. En mayo se empezaron a apreciar los primeros frutos viejos, de los cuales el 40% permaneció sólo hasta septiembre, traslapándose con los frutos viejos remanentes del periodo anterior (Figura 6.1.2. y 6.1.3.).

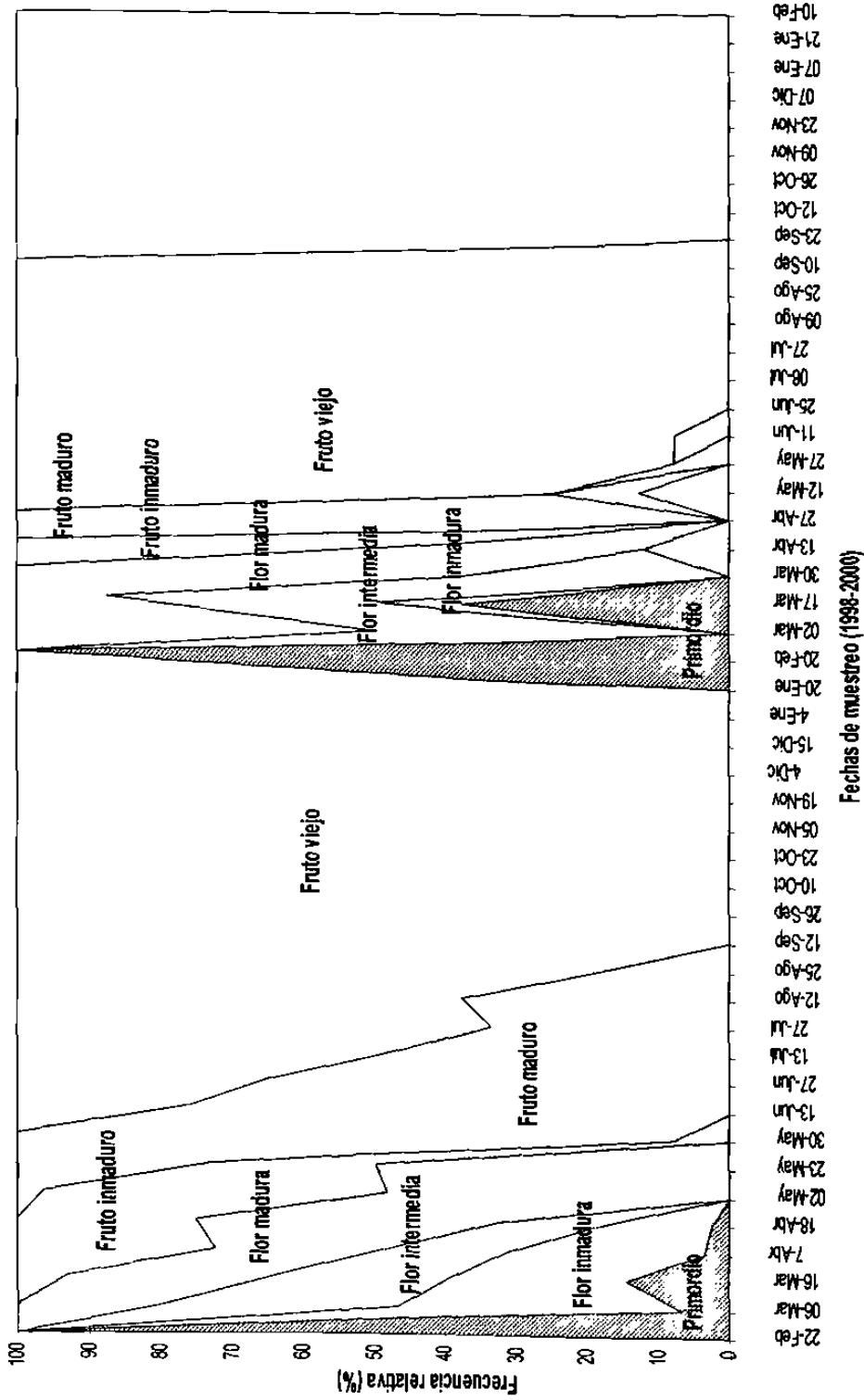


Figura 6.1.2: Porcentaje de los diferentes estados de desarrollo de las estructuras reproductivas de 20 plantas de *Y. filifera* en el Baño de San Ignacio.

Las inflorescencias e infrutescencias colectadas en el Campus Linares y Baño de San Ignacio entre los meses de marzo y agosto de 1998, mostraron un mayor promedio de flores maduras en marzo. Los frutos maduros exhibieron en junio las cantidades más elevadas. En el mes de agosto se presentó una segunda fase de floración en el sitio Baño de San Ignacio, aunque un porcentaje muy bajo de esas flores llegaron a la etapa de fruto (Tabla 6.1.3.).

Tabla 6.1.3: Promedio e intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ) de flores en tres estados de desarrollo y frutos maduros de *Y. filifera*.

Estado de desarrollo						
Lugar de colecta	Fecha de colecta	Flores Inmaduras	Flores intermedias	Flores maduras	Frutos maduros	Total
Campus Linares	25-Mzo (n=10)	89.60 ± 78.39	58.60 ± 30.82	285.60 ± 221.22	51.10 ± 36.08	484.90 ± 317.37
Campus Linares Baño de San Ignacio	1-19-Abr (n=50)	111.72 ± 66.03	99.42 ± 35.75	158.14 ± 38.42	14.20 ± 8.49	383.48 ± 94.02
Baño de San Ignacio	2-18-May (n=15)	18.07 ± 18.11	7.87 ± 10.30	148.87 ± 89.95	10.67 ± 9.45	185.47 ± 103.50
Campus Linares Baño de San Ignacio	2-27-Jun (n=54)	0	0	0	65.87 ± 15.08	65.87 ± 15.08
Campus Linares	9-Jul (n=1)	0	0	0	54	54
Baño de San Ignacio	12-Ago (n=2)	0	0	0	13 ± 17.64	13 ± 17.64
Baño de San Ignacio	25-Ago (n=2)	11.50 ± 0.98	247 ± 415.51	165.50 ± 42.14	11.50 ± 22.54	435.50 ± 436.09

Las panículas (n=136) tuvieron una longitud de  $79.17 \pm 4.44$  cm; y los frutos maduros (n=693) durante el periodo de junio a agosto de 1998, observaron una longitud de  $7.10 \pm 1.24$  cm y  $1.81 \pm 0.52$  cm de diámetro.

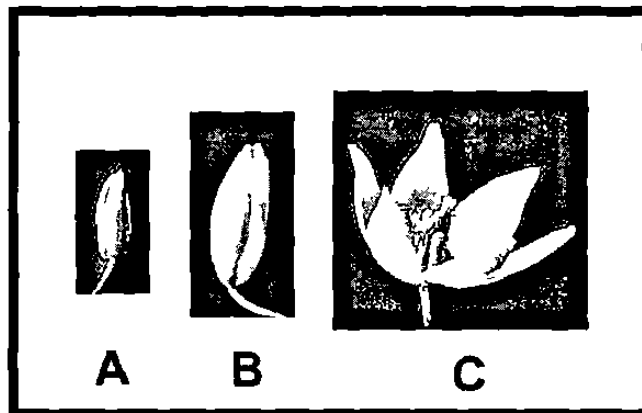


Figura 6.1.2: A - Flor inmadura; B - Flor intermedia; C - Flor madura.

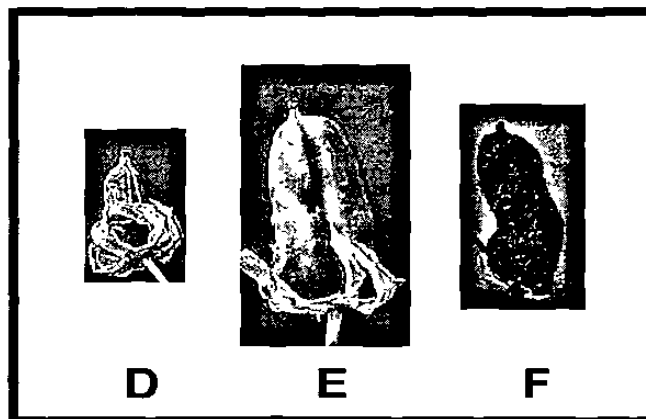


Figura 6.1.3: D - Fruto inmaduro; E - Fruto maduro; F - Fruto viejo.

## 6.2. Producción de biomasa de *Yucca filifera* y su relación con la precipitación.

En 1998, el peso seco de las rosetas sin estructuras reproductivas, promedió  $196.82 \pm 60.93$  g por roseta, la media con estructuras reproductivas fue de  $224.32 \pm 60.57$  g por roseta. La producción mensual promedio en peso seco de inflorescencias e infrutescencias fue de 215.55 g, observando su mayor producción acumulada en el mes de abril (Tabla 6.2.1.). Sin embargo, la mayor producción promedio por roseta se presentó en mayo (Figura 6.2.1.).

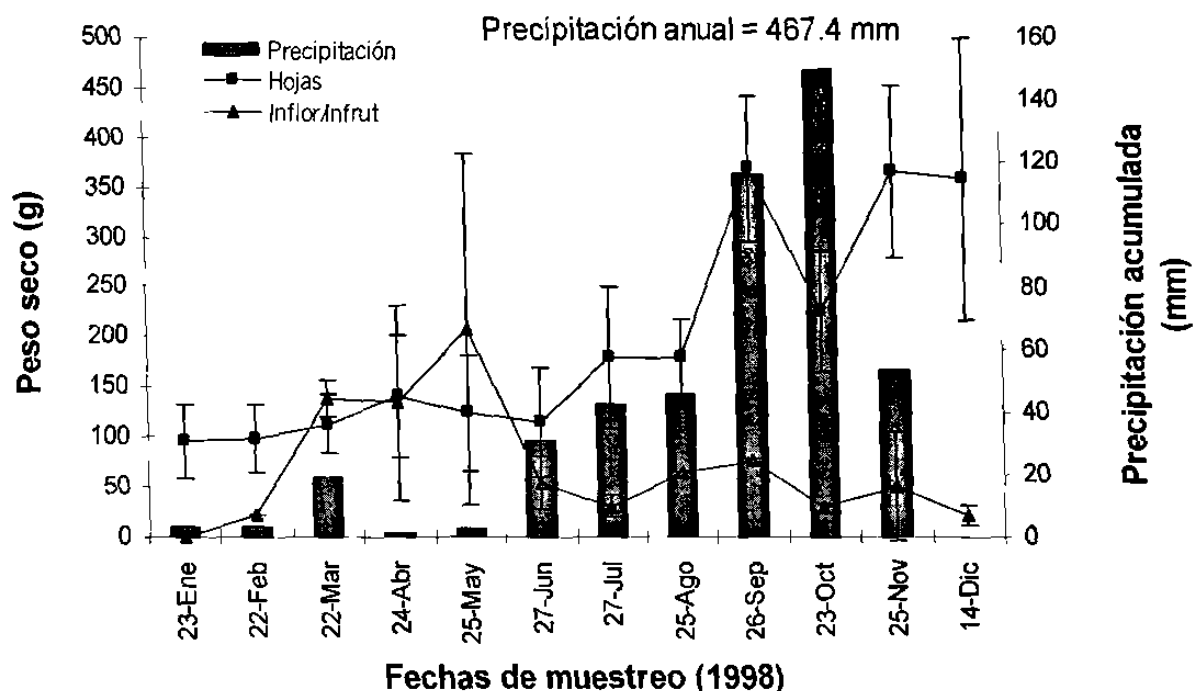


Figura 6.2.1: Peso seco promedio por roseta de 48 plantas de *Y. filifera* y la precipitación acumulada en el Baño de San Ignacio. Las barras de error representan los intervalos de confianza ( $\alpha=0.05$ ).

En 1999-2000, el peso seco de las rosetas sin estructuras reproductivas, promedió  $468.62 \pm 152.92$  g por roseta, la media con estructuras reproductivas fue de  $475.44 \pm 150.10$  g por roseta. La producción mensual promedio en peso seco de inflorescencias e infrutescencias fue de 54.53 g, observando su mayor producción en el mes de mayo (Figura 6.2.2.).

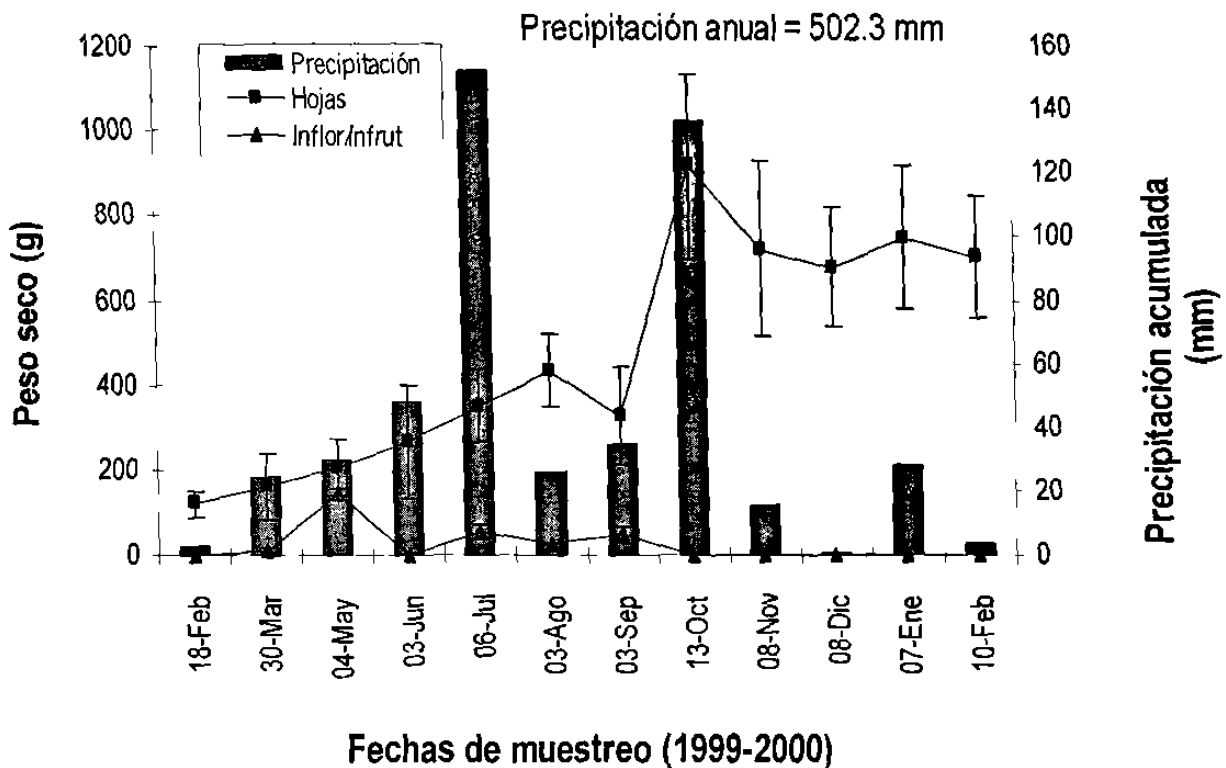


Figura 6.2.2: Peso seco promedio por roseta de 48 plantas de *Y. filifera* y la precipitación acumulada en el Baño de San Ignacio. Se presentan los valores promedio e intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ).

En el primer periodo de evaluación (1998), el coeficiente de correlación de Pearson reveló una alta correlación [0.74 ( $P=0.01$ )], entre el incremento mensual promedio de biomasa (peso seco en g) de las 48 plantas muestreadas y la precipitación acumulada en el mes previo (mm), en donde se excluyó el mes de octubre debido al valor atípico mostrado; de igual manera, la correlación resultó significativa [0.71 ( $P=0.01$ )] para el siguiente periodo (1999-2000).

En 1998 y 1999-2000, las rosetas exhibieron en los últimos cuatro y cinco meses de muestreo, respectivamente, una mayor producción de hojas; mientras que la longitud promedio de las mismas permaneció prácticamente constante durante todo el año en ambas etapas de estudio (Figura 6.2.3. y 6.2.4.).

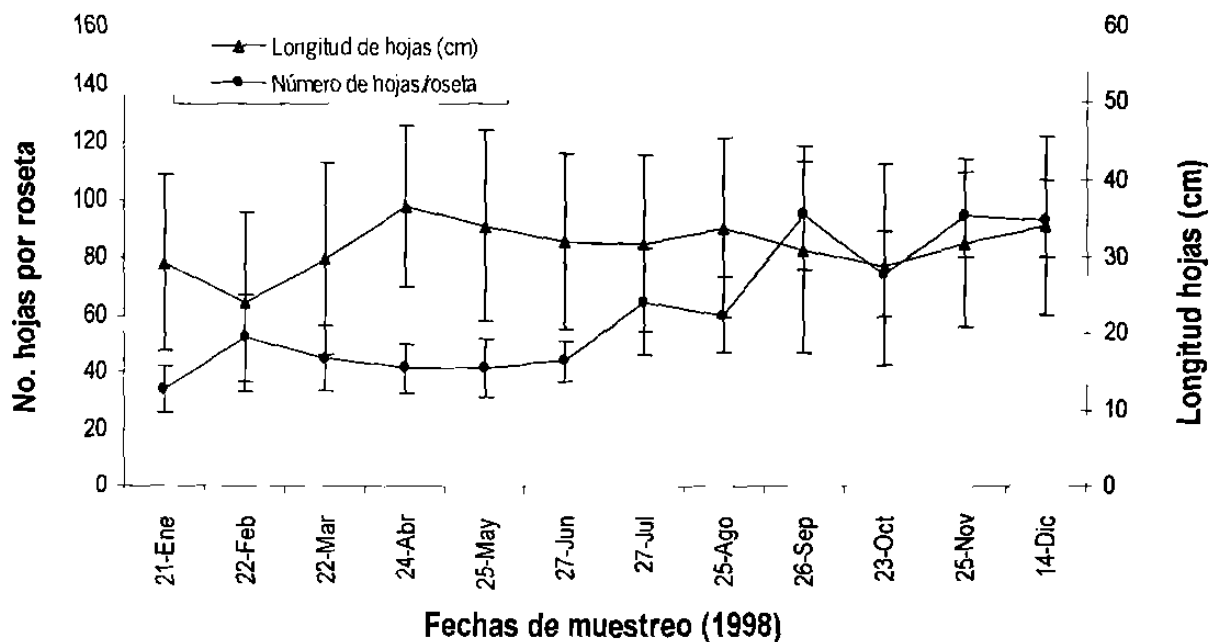


Figura 6.2.3: Número y longitud de hojas por roseta, producidas por 48 plantas de *Y. filifera*, en el Baño de San Ignacio. Se presentan los valores promedio e intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ).

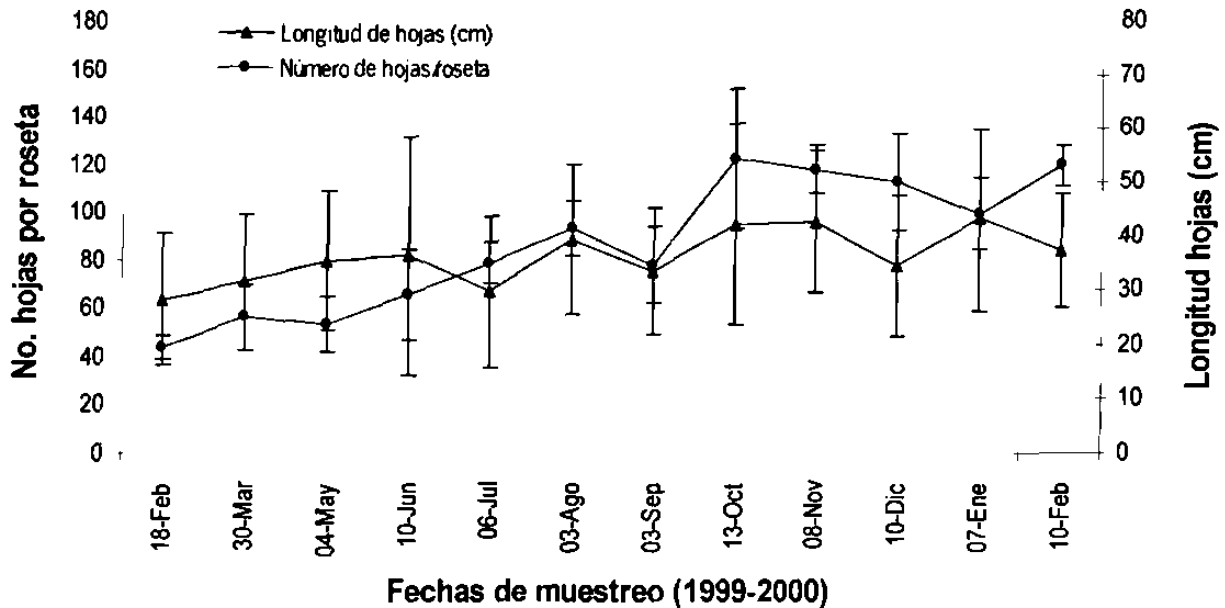


Figura 6.2.4: Número y longitud de hojas por roseta, producidas por 48 plantas de *Y. filifera*, en el Baño de San Ignacio. Se presentan los valores promedio e intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ).

Para 1998, en enero se registró el menor número de hojas por roseta, siendo su media de  $34 \pm 8.08$ , en tanto que, en febrero de 1999 se presentó el menor valor con  $44.13 \pm 5.12$ . La máxima producción de hojas en 1998 se apreció en septiembre con  $94.75 \pm 18.53$  hojas por roseta, y para 1999 en octubre con  $122.13 \pm 29.08$  hojas por roseta.

El coeficiente de correlación de Pearson mostró una correlación positiva [0.80 ( $P=0.01$ )] entre el número de hojas producido por cada roseta y el peso seco (g) de ambos periodos de muestreo.

Del total de 48 yuccas estudiadas en 1998, 24 presentaron crecimiento reproductivo. En los meses de abril y mayo se apreciaron los mayores pesos de las estructuras reproductivas, debido a que fue el periodo de mayor producción de flores y frutos. El peso seco promedio por planta de estas estructuras fue de 107.78 g (Tabla 6.2.1.).



Tabla 6.2.1: Tiempo de aparición y peso seco (g) de las estructuras reproductivas producidas en las plantas de *Y. filifera* muestreadas para registro de biomasa en el Baño de San Ignacio en 1998.

Yuccas	21-Ene	22-Feb	22-Mar	24-Abr	25-May	27-Jun	27-Jul	25-Ago	26-Sep	23-Oct	25-Nov	14-Dic
Y41R1		22.2 ◆										
Y45R1 Y46R1			119.9 156.9 ◆									
Y17R1 Y17R2 Y18R1 Y19R1 Y20R1				199.8 27.4 21.1 349.8 70 ◆								
Y4R1 Y5R1 Y5R2					497.4 32.7 92.5 ◆							
Y16R1 Y21R1 Y21R2 Y22R1						13.8 64.7 35.9 101.5 ▲						
Y29R1 Y29R2							19.9 41.9 ▲					
Y6R2								64.4 ▲				
Y31R2 Y33R1 Y33R2									71.9 77.2 78.8 ▲			
Y35R1 Y35R2 Y38R1 Y38R2										25.8 24.2 40.9 28.2 ▲		
Y11R1 Y11R2 Y13R2 Y39R1											14.8 6.6 9.8 169.2 ▲	
Y14R1 Y14R2 Y42R1 Y42R2 Y43R1												29.8 13.6 9.9 43.8 10.3 ▲
Peso seco total (g)		22.2	276.8	668.1	622.6	215.9	61.8	64.4	227.9	119.1	200.4	107.4

Del total de 48 yuccas estudiadas en 1999-2000, 5 presentaron crecimiento reproductivo. En mayo y julio se apreciaron los mayores pesos, debido a que en estos dos meses, las panículas mostraron frutos en su gran mayoría. El peso seco promedio de estructuras reproductivas por planta fue de 130.87 g (Tabla 6.2.2.).

Tabla 6.2.2: Tiempo de aparición y peso seco (g) de las estructuras reproductivas producidas en las plantas de *Y. filifera* muestreadas para registro de biomasa en el Baño de San Ignacio en 1999-2000.

Yuccas	18-Feb	30-Mar	4-May	3-Jun	6-Jul	3-Ago	3-Sep	13-Oct	8-Nov	8-Dic	7-Ene	10-Feb
● Y5R2 Y6R2		6.81 19.3 ◆										
Y9R2 Y11R1			124.77 157.37 ◆									
Y17R2 Y18R2 Y19R1 Y19R2					42.91 95.10 41.77 42.28 ◆							
Y23R2						28.49 ▲						
Y26R2 Y27R2							67.77 27.77 ▲					
Peso seco total (g)	0	26.11	282.14	0	222.06	28.49	95.54	0	0	0	0	0

- Simbología utilizada para identificar las yuccas, ejem: Y41R1, número de yucca = 41 y número de roseta = 1
- ◆ Simbología utilizada para identificar las panículas en estados de inflorescencias/ infrutescencias
- ▲ Simbología utilizada para identificar las panículas únicamente con tallos principales y ramillas

### 6.3. Efecto de *Tegeticula yuccasella* Riley sobre la producción de semillas de *Yucca filifera*.

#### 6.3.1. Producción de óvulos y semillas.

La cantidad de óvulos presentes en las distintas etapas de desarrollo de las flores de *Y. filifera* colectadas en el mes de abril, en el Campus Linares, señalaron una tendencia de incremento de flores inmaduras a maduras. Los frutos, al término de su desarrollo, exhibieron un menor promedio de semillas que el observado en óvulos de la última fase de la floración (Tabla 6.3.1.1.). Estos resultados indican una efectividad de polinización de *T. yuccasella* del 76.3%.

Tabla 6.3.1.1: Promedio e intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ) de óvulos de flores en tres etapas de desarrollo y semillas en frutos maduros de *Y. filifera*.

	Flores inmaduras (n=100)	Flores Intermedias (n=100)	Flores maduras (n=100)	Frutos Maduros (n=100)
Óvulos	129.78 ± 22.23	136.2 ± 24.49	154.38 ± 25.28	.....
Semillas	.....	.....	.....	117.84 ± 25.72

#### 6.3.2. Cuantificación de semillas.

En el análisis de los frutos maduros, se encontraron tres diferentes condiciones de semilla: subdesarrollada (amarilla, colapsada), madura sana (negra, con cotiledón maduro) y madura dañada (negra, con orificios) (Figura 6.3.2.1.). En 500 frutos maduros analizados, se registró un promedio de 101.45 semillas por fruto. (Tabla 6.3.2.1.).

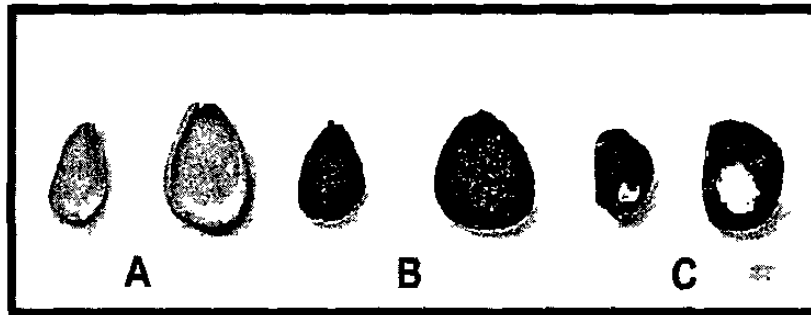


Figura 6.3.2.1: A - semilla subdesarrollada; B - semilla madura; C - semilla dañada.

Tabla 6.3.2.1: Condiciones de las semillas registradas en 500 frutos maduros de *Y. filifera*. Se presentan los valores promedio e intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ) de semillas estimadas por fruto.

Tipos de semilla	Semillas/fruto
Semillas subdesarrolladas	33.39 ± 18.97
Semillas maduras sanas	64.22 ± 28.58
Semillas maduras dañadas	3.84 ± 7.02
Total de semillas/fruto	101.45 ± 30.01

En 83 frutos maduros, se estimó un promedio de  $1.73 \pm 0.26$  orificios por fruto, determinándose como máximo, 6 orificios por fruto. Estos resultados probablemente signifiquen la densidad de descendientes de *T. yuccasella* por flor.

### 6.3.3. Germinación.

Se seleccionaron únicamente las semillas maduras de las colectas realizadas en el Baño de San Ignacio en el mes de agosto de 1998. Las semillas no escarificadas ( $n=100$ ) observaron un mayor porcentaje de germinación (47%) que las escarificadas ( $n=100$ ) (33%). Por el contrario, la velocidad de germinación de las segundas fue menor con  $3.67 \pm 0.93$  días, de las no escarificadas  $4.27 \pm 1.78$ .

#### 6.4. Trampeo nocturno de adultos de *Tegeticula yuccasella*.

En los sitios Campus Linares y Baño de San Ignacio se realizaron un total de 13 y 11 colectas, respectivamente, en los meses de marzo, abril y mayo. La mayor densidad de adultos de *T. yuccasella* se registró en el mes de marzo, coincidiendo con el periodo en que se observó la mayor producción de flores maduras de *Yucca filifera*. En mayo, pese a que las flores aún estaban presentes, no se registró ninguna palomilla *T. yuccasella* (Tabla 6.4.1.).

Tabla 6.4.1: Número de hembras y machos de *T. yuccasella* capturados mediante el trampeo nocturno con luz ultravioleta. Se presentan los valores promedio e intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ).

Sitios de muestreo	Hora	Marzo		Abril	
		♀♀	♂♂	♀♀	♂♂
Campus Linares	20:00 – 21:00 hr (n=13)	1 ± 1.39	0.5 ± 0.8	0	0.13 ± 0.69
	21:00 – 22:00 hr (n=13)	0.25 ± 0.98	0.75 ± 1.08	0	0
Baño de San Ignacio	20:00 – 21:00 hr (n=11)	0.25 ± 0.98	0.75 ± 1.08	0	0
	21:00 – 22:00 hr (n=11)	0	1 ± 1.39	0	0.2 ± 0.88

Se colectaron también en los meses de marzo y abril, 1 palomilla *Prodoxus y-inversus* Riley (Incurvariidae) y 5 palomillas de la familia Gelechiidae.

### 6.5. Tiempo de desarrollo de los lepidopteros asociados a las flores y frutos de *Yucca filifera*.

Relacionados a las estructuras reproductivas de *Y. filifera*, se registraron las especies de *Tegeticula yuccasella* Riley (Incurvariidae), cuyas larvas ocasionaron daño a las semillas, *Sosipatra rileyella* Ragonot (Pyralidae) cuya actividad trófica no se pudo precisar y *Plodia interpunctella* Huebner (Pyralidae) que consumió de manera exclusiva el mesocarpio, así como un género no identificado de la familia Gelechiidae, del cual tampoco se pudo conocer la actividad desarrollada dentro de los frutos (Figura 6.5.1.). En las Tablas 6.5.1., 6.5.2. 6.5.3. y 6.5.4. se muestra la velocidad de desarrollo (días) de las dos primeras especies bajo las condiciones ambientales que se mantuvieron.

Tabla 6.5.1: Días transcurridos entre las etapas de desarrollo de *T. yuccasella* bajo condiciones de laboratorio (30°C, 16/8 hr luz). Se presentan los valores promedio  $\pm$  intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ).

Estados de desarrollo	Cámara bioclimática	
	Tierra estéril (n=72)	Papel filtro (n=49)
Salida larva último Instar	4.60 $\pm$ 1.30 (n=33)	1.10 $\pm$ 0.55
Larva último instar a pupa	3.29 $\pm$ 0.79	....

Tabla 6.5.2: Días transcurridos entre las etapas de desarrollo de *T. yuccasella* bajo condiciones de laboratorio (24°C, 16/8 hr luz). Se presentan los valores promedio  $\pm$  intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ).

Estados de desarrollo	Insectario	
	Tierra estéril (n=128)	Papel filtro (n=48)
Salida larva último instar	4.46 $\pm$ 0.54 (n=37)	2.85 $\pm$ 0.41
Larva último instar a pupa	1.95 $\pm$ 0.72	....

Tabla 6.5.3: Días transcurridos entre las estados de desarrollo de *T. yuccasella* bajo condiciones ambientales naturales (29°C). Se presentan los valores promedio  $\pm$  intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ).

Estados de desarrollo	Tierra estéril (n=85)	Papel filtro (n=25)
Salida larva último Instar	6.86 $\pm$ 0.76	15.64 $\pm$ 1.21
Larva último instar a pupa	1 $\pm$ 0.37	....

Las larvas de *T. yuccasella* después de emerger, sólo en tierra estéril pasaron a la etapa de pupa. En condiciones ambientales naturales, se registró la menor cantidad de días transcurridos entre la emergencia de larva de último instar, al estado de pupa. El último estado de desarrollo (pupa a adulto) no se presentó.

Tabla 6.5.4: Días transcurridos entre las estados de desarrollo de *S. rileyella* bajo condiciones ambientales naturales (29°C) y de laboratorio (24°C, 16/8 hr luz). Se presentan los valores promedio  $\pm$  intervalo de confianza ( $\alpha=0.05$ ).

Estados de desarrollo	Ambiente natural (Papel filtro) (n=26)	Insectario (Papel filtro) (n=3)
Salida larva último Instar	21.96 $\pm$ 1.10	9.00 $\pm$ 3.71
Larva último instar a pupa	7.39 $\pm$ 0.74	....
Pupa a adulto	9.52 $\pm$ 0.54	....

Las larvas de *S. rileyella* observaron un menor promedio de días transcurridos entre la emergencia de los frutos maduros a la etapa de pupa, y sólo en condiciones ambientales naturales, presentaron las tres etapas de desarrollo.

Para *Plodia interpunctella* en condiciones ambientales naturales (29°C), se registró una velocidad de desarrollo de larvas de último instar (n=19) a pupas de 1.36  $\pm$  1.36 días, las cuales necesitaron a su vez de 10.45  $\pm$  1.71 días para llegar al estado adulto.

Del género no identificado de la familia Gelechiidae emergieron 11 palomillas.

Asimismo, se registró también la presencia de 85 escarabajos *Lasioderma serricorne* Fabricius (Coleoptera:Anobiidae) alimentándose del tallo, ramillas y frutos de *Y. filifera*. De igual manera, se registraron 4 himenopteros parasitoides de la familia Braconidae, asociados a los lepidopteros de *Y. filifera*.

De las colectas de 146 paniculas que se realizaron entre los meses de marzo y agosto de 1998, en los dos primeros meses (marzo y abril), de 4 inflorescencias con flores maduras, se apreciaron 3 individuos de *Tegeticula yuccasella*, 6 de *Prodoxus y-inversus*, y 3 de un género no identificado de la familia Gelechiidae (Figura 6.5.1.) (según identificación del Dr. Olle Pellmyr, Universidad de Nashville, Tennessee, EE.UU.).



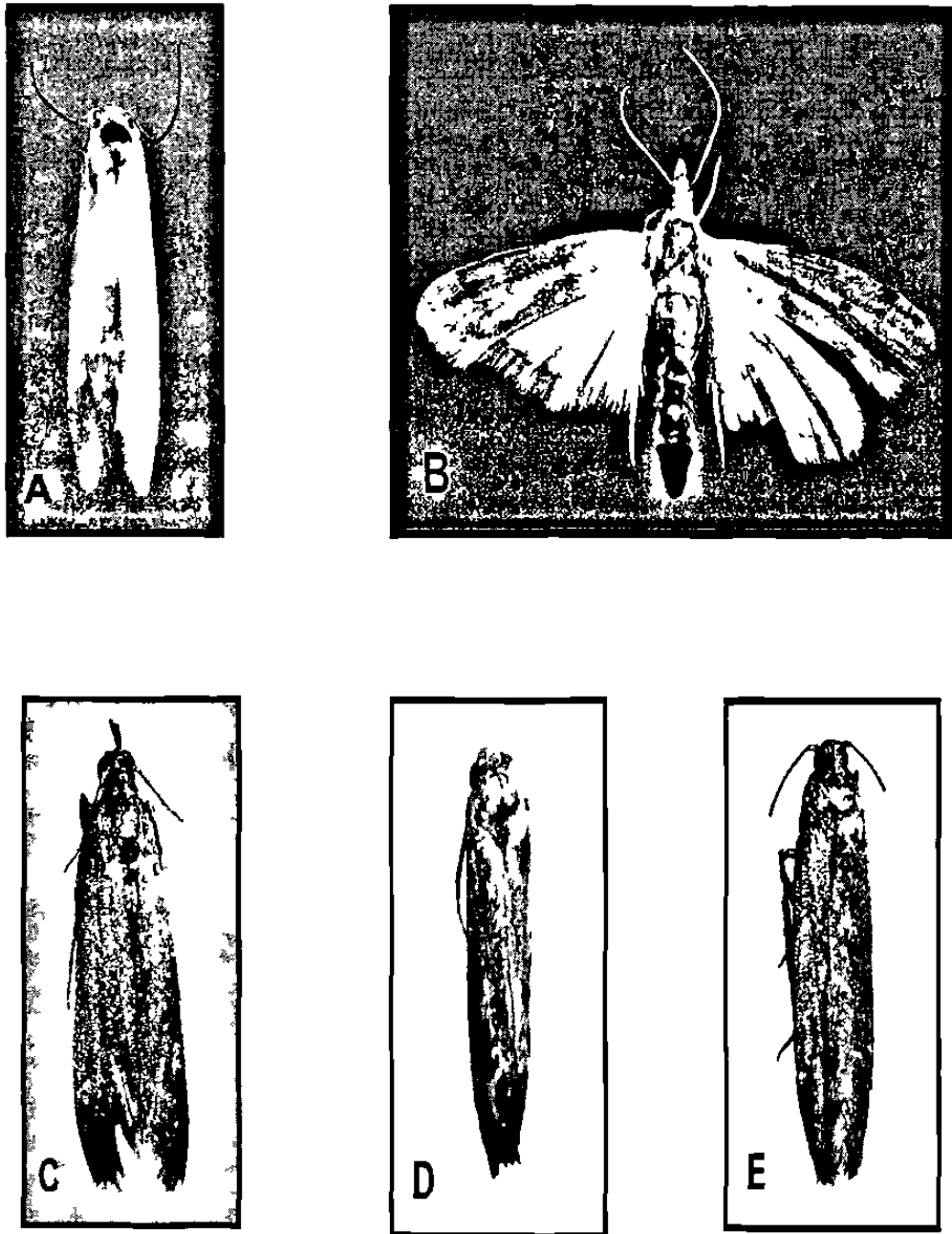


Figura 6.5.1: Lepidopteros asociados a las flores y frutos de *Y. filifera*: A - *Tegeticula yuccasella* (1.05-1.35 cm); B - *Sosipatra rileyella* (1-1.15 cm); C - *Plodia interpunctella* (0.85 mm-1 cm); D - *Prodoxus y-inversus* (0.45-0.6 mm); y E - Gelechiidae (0.7-0.9 mm)

## 7. DISCUSIÓN

Las 20 plantas de *Yucca filifera* estudiadas para registro de fenología, durante 1998, presentaron un total de 103 rosetas, esto es, un promedio de 4.8 rosetas terminales y 0.35 intermedias por yucca, de las cuales el 48.96% de las terminales florecieron. En 1999, estas plantas produjeron 9 rosetas más, es decir, que al final del primer año de estudio había un total de 112 rosetas con una media de 4.8 rosetas terminales y 0.8 intermedias por yucca, y sólo el 21.88% de las terminales florecieron. Lo anterior, debido a que las intermedias son rosetas jóvenes en proceso de desarrollo.

Las plantas que presentaron aumento de rosetas a finales del 98', mostraron una disminución del número de estructuras reproductivas en la fase de inflorescencia en el 99', salvo en 1 caso de 5. Smith y Ludwig (1978) determinaron que solamente las plantas más productivas forman inflorescencia después de un año de crecimiento vegetativo; y probablemente *Y. filifera* necesite de periodos prolongados de tiempo para tener suficientes reservas de energía para los costos de reproducción. Por otra parte, en este sitio se practica el pastoreo por ganado vacuno y caprino, con lo cual las yuccas resultan dañadas y es posible que esto repercuta también en una menor evidencia de reproducción. Kerley *et al.* (1993) establecen que el ganado que ramonea sobre inflorescencias reduce el esfuerzo reproductivo de *Y. elata*, lo cual puede ser debido a la incapacidad de las plantas para reabsorber nutrientes después de la floración. Sin embargo, aún cuando el número de inflorescencias fue diferente de un periodo a otro, 47 (1998) y 21 (1999-2000), la cantidad de frutos que llegaron al estado maduro fue aproximadamente igual, 13 y 15, respectivamente.

En ambos periodos de evaluación (1998,1999-2000), las estructuras reproductivas, en la etapa de floración, comenzaron a observarse desde el mes de febrero y la etapa de fructificación se apreció a partir de marzo (1998) y abril (1999). Lo anterior, mostró diferencias con lo reportado por Orta (1980), ya que él señala la etapa de floración para el género *Yucca* entre los meses de abril y junio y la concepción del fruto de julio a agosto. La producción de infrutescencias observó un traslape con la de inflorescencias. En el 98'

la fase de frutos viejos persistió hasta el inicio de la floración del siguiente periodo reproductivo, mientras que en el 99' dicha fase se presentó sólo hasta septiembre.

En los meses de máxima producción de flores maduras (marzo y abril) para los dos sitios de estudio, se registraron con mayor frecuencia de 100-200 flores maduras por inflorescencia, aún cuando la media para estos meses resultó de 285 y 158, respectivamente. En el mes de junio se observó la mayor cantidad de frutos maduros, frecuentemente de 40-60 por panícula ( $\bar{x}=65.87$ ). Powell 1992, establece que en poblaciones monocárpicas de *Y. whipplei*, cada planta produce cientos o más de 3000 flores, en tanto, *Y. glauca* produce de 30-70 flores por inflorescencia. En ambas especies, la proporción de flores que producen frutos maduros, es el 10% o menos. Gilstrap y Ludwig (1985) en un estudio realizado en dos poblaciones de *Y. elata* en 1983, obtuvieron en uno de los sitios 67% de floración y 24 frutos por planta. En la otra población el 83% floreció y produjo un promedio de 14 frutos. La competencia entre flores por recursos limitados, juega un importante papel en la determinación de cuáles flores llegan a ser frutos (Huth y Pellmyr, 1997).

La correlación significativa entre incremento mensual de biomasa (g) de las 96 plantas muestreadas y la precipitación del mes previo (mm) es coincidente con lo reportado por Smith y Ludwig (1976) quienes encontraron que el crecimiento vegetativo de *Y. elata* depende totalmente de la disponibilidad de humedad durante la época de crecimiento. Sin embargo, el comportamiento atípico en cuanto a incremento de biomasa observado en el mes de octubre de 1998, pese a que en el mes previo se observó un nivel alto de precipitación, probablemente pudo deberse a causas de competencia interespecífica, ya que la vegetación del lugar en el que se encontraban las cuatro yuccas correspondientes a ese mes, compuesta por los géneros *Acacia*, *Prosopis*, *Opuntia*, etc, era más densa que en los lugares en donde se encontraban el resto de las yuccas.

Las rosetas de las 48 plantas de 1998, presentaron una disminución en el número de hojas en los meses en que se observó la mayor producción de inflorescencias e infrutescencias, debido a que el potencial biótico de la planta se concentra en la producción de estas estructuras. En 1999, esta disminución no fue tan marcada debido a la baja producción de inflorescencias e infrutescencias observada. La longitud de las hojas exhibió variaciones menores a lo largo de los dos periodos de muestreo, resultando valores semejantes en todos los meses. Gilstrap y Ludwig (1985) observaron que en *Y. elata* durante los periodos de floración y fructificación al final de la primavera y principios del verano, cesa la reproducción vegetativa, sugiriendo esto, que la fotosíntesis disponible y los carbohidratos almacenados son translocados y utilizados en la producción de inflorescencias, infrutescencias, flores y frutos. Smith y Ludwig (1976) observaron que una planta no produce nuevas hojas durante el periodo en el cual la energía está siendo asignada a las estructuras reproductivas. En términos de biomasa, los costos de energía por planta para reproducción (inflorescencia+flor+fruto), tuvieron un promedio de 107.78 g en 1998 y 130.87 g en 1999-2000; en tanto que Wallen y Ludwig (1978) citan cerca de 2050 g para una superficie de 1358 individuos de *Y. baccata*.

No obstante que las estructuras reproductivas mostraron un peso notable de marzo a mayo, la mayor producción de biomasa se registró a partir de septiembre.

La cantidad de óvulos presentes en las flores maduras de *Y. filifera* y el número de semillas encontrado en los frutos maduros, indican una alta fertilización provocada por la acción de la palomilla *T. yuccasella*. Por otra parte, se registró 32.9% de semillas subdesarrolladas, 63.3% de semillas maduras sanas y 3.8% de semillas maduras dañadas en frutos maduros, lo que significó que por cada 4 semillas depredadas por las larvas de *T. yuccasella* como costos reproductivos a la yucca, se producen 63 semillas viables por la acción polinizadora de las hembras. Se observó además, un promedio de  $1.73 \pm 0.26$  orificios por fruto maduro (n=83), apreciándose un máximo de 6 orificios por fruto. Lo que representa probablemente la densidad de larvas de *T. yuccasella* por fruto. Bronstein y Ziv

(1997) reportaron para *Y. schottii* un promedio de 15 semillas destruidas por *T. yuccasella* en cada fruto. Dodd y Linhart (1994) observaron en los frutos de *Y. glauca*, un 19% (n=72) de semillas potencialmente viables (negras) consumidas. Señalaron también, que aproximadamente un 49% de los frutos, tuvieron más de una larva por lóculo, promediando el número de larvas por fruto  $8.2 \pm 0.9$ . El promedio de consumo de semilla por larva fue de  $20 \pm 2$  (n=72). Wallen y Ludwig (1978) encontraron en *Y. baccata* un 27% de semillas consumidas por las larvas, con una media de 7.5 larvas por fruto. Powell (1992) determinó que el número de larvas de *Tegeticula* por fruto es consistentemente bajo. En *Y. glauca*, *Y. whipplei* y *Y. filamentosa* la mayor parte de los frutos presentaron de 0 a 1 larva por lóculo, promediando menos de 6 (uno por lóculo). La prevalencia de una larva por lóculo, se cree que puede ser resultado de la habilidad de una hembra para detectar una previa oviposición. Este autor señala además que el porcentaje de depredación de semillas es gobernado por la abundancia de la palomilla, selectividad de oviposición y tamaño de la semilla.

En el presente estudio, las semillas sanas viables mostraron 47% de germinación; mientras que Patiño *et al.*, (1983) reportaron una germinación para *Y. filifera* del 57%. Por otra parte, Rodríguez y Ramírez (1997) registraron para *Y. schidigera* una germinación de 49.8%. Arnott (1962 en Villa, 1967) consignó entre 80 y 90% de germinación para *Y. filifera*; puntualizando que son valores que pueden ser comunes para todo el género.

Una gran sincronización entre la producción de flores y emergencia de *Tegeticula* fue observada en *Yucca filamentosa* y *Y. schottii*, cuyos periodos de floración ocurrieron en lapsos de 15 a 30 días, apareciendo la palomilla apenas uno o dos días después de iniciada la floración, persistiendo éstos, hasta el final de la misma. En otras especies de *Yucca* se ha registrado que el periodo de floración es mayor a la presencia de las palomillas (Powell, 1992); lo que coincide con los resultados obtenidos en este estudio para *Y. filifera* y *T. yuccasella*, ya que las flores se observaron de marzo a mayo y solamente en los dos primeros meses se colectó a este lepidoptero en el trapeo nocturno.

Del 32.09% del total de panículas colectadas, se registró una emergencia total de 435 larvas de último instar de *T. yuccasella* de frutos maduros, entre los meses de mayo, junio y julio, de las cuales 407 se colocaron en diferentes condiciones ambientales, pasando 94 de éstas al estado de pupa (durante el mismo periodo de tiempo), de las cuales sólo 53 permanecieron vivas sin emerger por más de 12 meses. Powell (1992) reportó que un gran porcentaje de pupas de *Tegeticula* no logran desarrollarse como adultos, y algunas de éstas, no emergen hasta el segundo, tercer o cuarto año de iniciada la pupación. En un invierno de condiciones adecuadas para la palomilla, la mayoría de las larvas completan su desarrollo hasta la etapa adulta; sin embargo, bajo condiciones adversas se mantienen en diapausa.

Para *Sosipatra rileyella* se registró una emergencia total de 85 larvas de último instar de frutos maduros de *Y. filifera*, entre junio, julio, agosto y septiembre, de las cuales sólo 58 se desarrollaron hasta el estado de pupa en el transcurso del mismo periodo. Esta misma cantidad, emergió como adultos en el lapso de los meses anteriormente mencionados, incluyendo octubre. De las 85 larvas emergidas, 29 se colocaron en diferentes condiciones naturales, pasando el mismo número a pupas y a adultos. La literatura no reporta asociación alguna entre este lepidoptero y *Y. filifera*.

*Plodia interpunctella* observó una emergencia total de 157 larvas de último instar, entre los meses de junio, julio, agosto y septiembre, de las cuales sólo 69 se desarrollaron hasta la etapa de pupa durante el mismo tiempo. Esta misma cantidad, pasó a la etapa de adulto en el periodo mencionado anteriormente, incluyendo octubre. De las 157 larvas emergidas, 19 se colocaron en diferentes condiciones naturales, pasando todas a la etapa de pupa y adulto. Cantú (1988) reporta la presencia de esta palomilla en frutos maduros de *Prosopis laevigata*, pero sin representar una de las principales causas de mortalidad de sus frutos y semillas.

Las larvas del género de la familia Gelechiidae emergieron en junio y julio y los adultos de julio a septiembre. El escarabajo *Lasioderma serricome*, se observó en los meses de abril a junio. Para ambos individuos, no se encontró nada reportado en la literatura, a excepción del daño de los escarabajos (*Carpophilus melanopterus*) a *Y. filamentosa*, cuya visita precede a la realizada por *T. yuccasella* (Huth y Pellmyr, 1997). Asimismo, los himenopteros parasitoides de la familia Braconidae, se apreciaron solamente en el mes de junio. Force y Thompson (1984) describen a estos himenopteros como endo y ectoparasitoides de las larvas de *Prodoxus* y *Tegeticula*.

En flores maduras, se registró la presencia de 3 individuos de *Tegeticula yuccasella*, 6 de *Prodoxus y-inversus*, y 3 de la familia Gelechiidae. De igual manera, en los trampeos nocturnos se colectó, además de *T. yuccasella*, 1 palomilla *Prodoxus y-inversus* y 5 de la familia Gelechiidae. Dodd y Linhart (1994), encontraron en *Y. glauca* de 2 a 6 palomillas (*T. yuccasella*) por flor. Kiester *et al.*, (1984) definen a las "falsas palomillas" de la yucca (Riley, 1881) del género *Prodoxus* como dependientes de yucas para el desarrollo larval, pero no juegan un papel en la polinización y utilizan diferentes tejidos de las plantas que aquellos usados por especies polinizadoras.

## 8. CONCLUSIONES

*Yucca filifera* presentó un sólo periodo reproductivo al año manifestándose a través de un 75 y 50% de floración, en 1998 y 1999, respectivamente.

En 1998, el periodo reproductivo de *Y. filifera* inició en el mes de febrero con la primera etapa de floración y concluyó en mayo, la segunda etapa fue la concepción del fruto de marzo a mayo y la última correspondiente a la madurez del fruto comenzó en mayo cuando el fruto alcanzó su máximo desarrollo y finalizó en agosto. Para 1999, la primera etapa se presentó en los mismos meses del año anterior, la segunda etapa empezó en abril y terminó también en mayo y la última fue de abril a junio.

La mayor producción de flores en sus tres estados de desarrollo se apreció en marzo y abril. Los frutos en sus dos primeros estados de desarrollo exhibieron en abril, mayo y junio, su máxima producción. Los frutos viejos comienzan a observarse a partir de mayo y más frecuentemente en junio.

La producción mensual de biomasa y la precipitación acumulada, mostraron una correlación significativa. El crecimiento reproductivo se presentó en el 50% de las plantas muestreadas en el primer periodo de evaluación (1998) y en el 10.42% para el segundo periodo (1999-2000). El mínimo número de hojas, así como la menor producción de biomasa, se obtuvo en el primer mes de muestreo para ambos periodos estimados, las cuales aumentaron a partir del siguiente mes, sin embargo, la cantidad de hojas disminuyó de nuevo durante la mayor producción de inflorescencias e infrutescencias (marzo, abril y mayo) en 1998, siendo esta diferencia poco significativa para 1999. Cuando la producción de flores y frutos cesó en 1998, la producción de hojas se incrementó, obteniendo el mayor número en el mes de septiembre, así como también la más abundante producción de biomasa. La mayor cantidad de hojas y producción de biomasa en 1999, se obtuvo en el mes de octubre.



Las flores maduras presentaron un promedio de 154.38 óvulos, teniendo al final de las etapas de desarrollo una media de 117.8 semillas por fruto maduro, representando esto, una fertilización del 76.3% por parte de *Tegeticula yuccasella*.

En una media de 101.45 semillas por fruto maduro, 64.22 fueron semillas sanas viables (negras) y 3.84 resultaron dañadas. De acuerdo a lo anterior, el daño de *T. yuccasella* fue de un 6% del total de semillas potencialmente viables, las cuales manifestaron sin tratamiento mecánico, una mayor germinación (47%) y un tiempo más extenso para germinar que aquellas tratadas mecánicamente.

La mayor densidad de adultos de *T. yuccasella* se registró en el mes en que fueron más abundantes las flores maduras de *Y. filifera*, existiendo una sincronización bien definida entre el inicio y máxima producción de flores maduras y la actividad de vuelo de la palomilla.

Para *T. yuccasella*, *Sosipatra rileyella* y *Plodia interpunctella* se observó un menor tiempo desde la emergencia de la larva de último instar hasta la etapa de pupa, en condiciones ambientales naturales (29°C) que bajo las otras condiciones de laboratorio probadas.

El total de pupas de *T. yuccasella*, mantenidas bajo condiciones de laboratorio, permanecieron en letargo por más de 12 meses sin que se haya registrado la emergencia de los adultos, en tanto que *S. rileyella* y *P. interpunctella* desarrollaron las tres etapas de su ciclo de vida.

Se encontró al coleoptero *Lasioderma serricorne* asociado a las estructuras reproductivas de *Y. filifera* e himenopteros parasitoides de la familia Braconidae, asociados a las larvas de *Prodoxus* y *Tegeticula*.

## 11. LITERATURA CONSULTADA

- Berlin, E. 1953. Yucas y Agaves de México. Memoria del Congreso Científico Mexicano. VI. Ciencias Biológicas. Botánica UNAM, México, D.F. pp. 362-367.
- Bronstein, J.L. and Y. Ziv. 1997. Costs of two non-mutualistic species in a yucca/yucca moth mutualism. *Oecologia* 112:379-385.
- Cantú, A.C. 1988. Contribución a la biología, ecología y etiología de las plagas de inflorescencias e infrutescencias del "mezquite" *Prosopis laevigata* (Humb.& Bonpl. ex Willd) M. C. Johnst. en Nuevo León, México, con especial referencia a los escarabajos de las semillas (Bruchidae). Tesis doctoral. Fac. de Cienc. Exac. y Nat. Univ. de Viena. Viena, Austria. 135 p.
- Cantú, C., O. Briones, I. Cabral, M. Cotera, S. Contreras, E. Estrada, J. Guevara, F. González, E. González, J. Marroquín, I. Navarro, G. Rodríguez, M. Rangel, M. Ruíz, E. Treviño y J. Werner. 1994. Propuesta para el establecimiento de la Reserva Especial de la Biosfera "Baño de San Ignacio", Linares, N.L. 74 p.
- Dodd, R.J. and Y.B. Linhart. 1994. Reproductive consequences of interactions between *Yucca glauca* (Agavaceae) and *Tegeticula yuccasella* (Lepidoptera) in Colorado. *American Journal of Botany* 81:815-825.
- Eitzman, D.H. and M.D. Rausher. 1994. Interactions between herbivorous insects and plant-insect coevolution. *The American Naturalist* 143:677-697.
- Force, D.C. and M.L. Thompson. 1984. Parasitoids of the immature stages of several southwestern Yucca moths. *The Southwestern Naturalist* 29:45-56.

- Foroughbakhch, P.R. y D. Heiseke. 1990. Manejo silvícola del matorral: raleo, enriquecimiento y regeneración controlada. Reporte científico Número 19. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N.L., México. 28 p.
- Foroughbakhch, P.R. y L.A. Hauad. 1989. Potencial forrajero de tres especies de *Leucaena* en el noreste de México: respuesta a diferentes espaciamientos. Reporte científico Número 12. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N.L., México. 31 p.
- Gentry, S.H. 1980. The Nature of *Yucca* and problems with their exploitation. Serie El Desierto. Vol 3. pp. 125-133.
- Gilstrap, R.J. and J.A. Ludwig. 1985. Fruit production by *Yucca elata* Engelm. (Liliaceae) in four Chihuahuan Desert habitats. The Southwestern Naturalist 30:321-322.
- Groman, J.D. and O. Pellmyr. 1999. The pollination biology of *Manfreda virginica* (Agavaceae): relative contribution of diurnal and nocturnal visitors. Oikos 87:373-381.
- Humphries, S.A. and J.F. Addicott. 2000. Regulation of the mutualism between yuccas and yucca moths: intrinsic and extrinsic factors affecting flower retention. Oikos 89:329-339.
- Huth, C.J. and O. Pellmyr. 1997. Non-random fruit retention in *Yucca filamentosa*: consequences for an obligate mutualism. Oikos 78:576-584.
- Huxman, T.E. and M.E. Loik. 1996. Seeds of *Yucca whipplei* var. *whipplei* germinate in the fruit. The Southwestern Naturalist 41:318-320.
- Keeley, J.E. and A. Meyers. 1985. Effect of heat on seed germination of Southwestern *Yucca* species. The Southwestern Naturalist 30:303-304.

- Kerley, G.H., F. Tiver and W.G. Whitford. 1993. Herbivory of clonal populations: cattle browsing affects reproduction and population structure of *Yucca elata*. *Oecologia* 93:12-17.
- Kiester, A.R., R. Lande and D.W. Schemske. 1984. Models of coevolution and speciation in plants and their pollinators. *The American Naturalist* 124:220-243.
- Matuda, E. y L. Piña. 1980. Las plantas mexicanas del género *Yucca*. Colección Miscelánea Estado de México, Serie Fernando de Alva Ixtlióchitl. Gob. del Edo. de Méx. y Labs. Nales. de Fomento Industrial. Toluca, Méx. 145 p.
- Nava, R., R. De Luna, R. Reynaga y R. García. 1980. Ecocultivo de *Yucca filifera* en las zonas áridas de México. Serie El Desierto. Vol 3. pp.145-171.
- Orta, A. 1980. Las *Yucca*: recurso natural del desierto. Serie El Desierto. Vol 3. pp.135-143.
- Patiño, V., P. De La Garza, Y. Villagomez, I. Talavera y F. Camacho. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Bol. Div. 63, SARH, SF, INIF. México, D.F. 181 p.
- Pellmyr, O., J. Thompson, J. Brown and R. Harrison. 1996. Evolution of pollination and mutualism in the yucca moth lineage. *The American Naturalist* 148:827-847.
- Pellmyr, O., M.J. Leebens and C.J. Huth. 1996. Non-mutualistic yucca moths and their evolutionary consequences. *Nature (London)* 380:155-156.
- Pellmyr, O. 1997. Pollinating seed eaters: why is active pollination so rare?. *Ecology* 78:1655-1660.
- Piña L.I. 1980. Geographic distribution of the genus *Yucca*. *Cactus & Succulent Journal* 52:277-282.

- Powell, J. 1992. Interrelationships of Yuccas and Yucca Moths. *Trends in Ecology & Evolution* 7:10-15.
- Rechy, M.A. 2000. Estudio integral tecnológico de cinco especies del género *Yucca* para uso industrial. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N.L., México. 91 p.
- Rodríguez, T.D. y L. Ramírez. 1997. La semilla de *Yucca schidigera* Roezl ex Ortigies. *Revista Chapingo. Ciencias Forestales* 1:47-53.
- Semarnap. Prog. Ftal y de Suelo. 1995-2000. 79 p.
- Smith, S.D. and J.A. Ludwig. 1976. Reproductive and vegetative growth patterns in *Yucca elata* Engelm. (Liliaceae). *The Southwestern Naturalist* 21:177-184.
- Smith, S.D. and J.A. Ludwig. 1978. Further studies on growth patterns in *Yucca elata* Engelm. (Liliaceae). *The Southwestern Naturalist* 23:145-150.
- Southwood, T. 1966. Ecological methods with particular reference to the study of insect populations. *Methuen and Co. LTD.* pp. 204.
- Villa, V.J. 1967. Contribución al conocimiento de la ecología y distribución geográfica de *Yucca filifera* Chab. y *Y. decipiens* Trel. en el estado de San Luis Potosí. Tesis profesional. Esc. Nac. Cienc. Biol. IPN. México, D.F.
- Wagner, D.L. and J.A. Powell. 1988. A new *Prodoxus* from *Yucca baccata*: first report of a leaf-mining Prodoxine (Lepidoptera:Prodoxidae). *Annals of the Entomological Society of America* 81:547-553.

- Wallen, D.R. and J.A. Ludwig. 1978. Energy dynamics of vegetative and reproductive growth in Spanish bayonet (*Yucca baccata* Torr.). *The Southwestern Naturalist* 23:409-422.
- Woerner, M. 1991. Los suelos bajo vegetación de matorral del noreste de México, descritos a través de ejemplos en el Campus Universitario de la U.A.N.L., Linares, N.L. Reporte científico Número 22. Facultad de Ciencias Forestales, U.A.N.L., Linares, N.L., México. 116 p.
- Ziv, Y. and J.L. Bronstein. 1996. Infertile seeds of *Yucca schottii*: a beneficial role for the plant in the yucca-yucca moth mutualism?. *Evolutionary-Ecology* 10:63-76.

## 9. Anexos

Tabla 9.1: Caracterización de las plantas de *Y. filifera* marcadas para registro de fenología en el Baño de San Ignacio en 1998.

No. indiv.	Altura m	D. A. P. (1.30 m)	Diámetro (10 cm)	No. rosetas terminales	No. rosetas intermedias	No. total rosetas
1	6	31	36	5	1	6
2	5.9	25	50	5	2	7
3	6	35	42	3	0	3
4	5.22	29	55	2	0	2
5	4.65	24	41.5	2	0	2
6	5.1	29	52	2	1	3
7*	4.65	59	36.5	3	0	3
8	4.65	20	40.5	2	0	2
9	4.8	29	55	3	0	3
10	4	26	48	4	1	5
11	4.8	41	35	4	0	4
12	5.4	30	51	5	0	5
13	5.2	28	47	5	0	5
14	5.48	25.5	45	3	0	3
15	6.15	65	70	11	0	11
16	5.35	24.5	35	7	1	8
17	5.62	26.5	50	12	1	13
18	6.4	38	65	9	0	9
19	5.25	28	70	3	0	3
20	5.78	26	43	6	0	6
	5.32 + 0.27	31.98 + 4.99	48.38 + 4.68	4.8 + 1.28	0.35 + 0.26	5.15 + 1.36

\* (D.A.P.) Suma de ramificaciones (3) del tallo

Tabla 9.2: Número de inflorescencias producidas por *Y. filifera* durante 1998 en el Baño de San Ignacio.

No. rosetas por planta	23-Ene	22-Feb	6-Mar	16-Mar	7-Abr	18-Abr	2-May	Total de inflorescencias producidas por roseta	
								Rosetas terminales	Rosetas intermedias
1/6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/7	0	0	0	1	0	2	0	3	0
3/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4/2	0	2	0	0	0	0	0	2	0
5/2	0	0	2	0	0	0	0	2	0
6/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7/3	0	0	0	2	0	0	0	2	0
8/2	0	0	0	0	1	1	0	2	0
9/3	0	0	1	2	1	1	0	5	0
10/5	0	0	0	1	1	0	0	2	0
11/4	0	0	0	0	0	1	0	1	0
12/5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13/5	0	0	0	1	3	1	0	5	0
14/3	0	0	0	0	1	0	0	1	0
15/11	0	0	0	2	1	4	0	7	0
16/8	0	0	0	0	3	0	0	3	0
17/13	0	1	4	2	0	1	0	8	0
18/9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19/3	0	0	0	1	2	0	0	3	0
20/6	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>47</b>	<b>0</b>
	0	0.15 ± 0.09	0.4 ± 0.19	0.6 ± 0.16	0.65 ± 0.19	0.55 ± 0.19	0	2.35 ± 0.45	0



Tabla 9.3: Número de infrutescencias producidas por *Y. filifera* durante 1998 en el Baño de San Ignacio.

No. rosetas por planta	23-Ene	22-Feb	6-Mar	16-Mar	7-Abr	18-Abr	2-May	23-May	Total de infrutescencias producidas por roseta	
									Rosetas terminales	Rosetas intermedias
1/6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/7	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
3/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8/2	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
9/3	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
10/5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12/5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13/5	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0
14/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15/11	0	0	0	0	2	1	0	0	3	0
16/8	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
17/13	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0
18/9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19/3	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0
20/6	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
Suma	0	0	0	1	5	4	3	0	13	0
	0	0	0	$0.05 \pm 0.04$	$0.25 \pm 0.11$	$0.2 \pm 0.08$	$0.15 \pm 0.07$	0	$0.65 \pm 0.17$	0

Tabla 9.4: Caracterización de las plantas de *Y. filifera* marcadas para registro de fenología en el Baño de San Ignacio en 1999.

No. indiv.	Altura m	D. A. P. (1.30 m)	Diámetro (10 cm)	No. rosetas terminales	No. rosetas intermedias	No. total rosetas
1	6	31	36	5	2	7
2	5.9	25	50	5	5	10
3	6	35	42	3	1	4
4	5.22	29	55	2	0	2
5	4.65	24	41.5	2	0	2
6	5.1	29	52	2	1	3
7*	4.65	59	36.5	3	0	3
8	4.65	20	40.5	2	0	2
9	4.8	29	55	3	1	4
10	4	26	48	4	1	5
11	4.8	41	35	4	0	4
12	5.4	30	51	5	0	5
13	5.2	28	47	5	0	5
14	5.48	25.5	45	3	0	3
15	6.15	65	70	11	1	12
16	5.35	24.5	35	7	1	8
17	5.62	26.5	50	12	1	13
18	6.4	38	65	9	2	11
19	5.25	28	70	3	0	3
20	5.78	26	43	6	0	6
	<b>5.32 + 0.27</b>	<b>30.55 + 4.99</b>	<b>48.37 + 4.68</b>	<b>4.8 + 1.28</b>	<b>0.8 + 0.52</b>	<b>5.60 + 1.51</b>

\* (D.A.P.) Suma de ramificaciones (3) del tallo

\*\* La variación para 1999 es únicamente en el número total de rosetas, así como de las intermedias y terminales

Tabla 9.5: Número de inflorescencias producidas por *Y. filifera* durante 1999 en el Baño de San Ignacio.

No. rosetas por planta	20-Feb	2-Mar	17-Mar	30-Mar	13-Abr	27-Abr	12-May	27-May	Total de inflorescencias producidas por roseta	
									Rosetas terminales	Rosetas intermedias
1/7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/10	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
3/4	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
4/2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
5/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6/3	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0
7/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8/2	0	0	2	1	0	0	0	0	3	0
9/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10/5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
11/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12/5	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0
13/5	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0
14/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15/12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17/13	0	0	0	3	0	0	1	0	4	0
18/11	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
19/3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
20/6	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Suma	0	1	5	10	3	0	2	0	21	0
	0	0.05 ± 0.04	0.25 ± 0.12	0.5 ± 0.14	0.15 ± 0.12	0	0.1 ± 0.06	0	1.05 ± 0.23	0

Tabla 9.6: Número de infrutescencias producidas por *Y. filifera* durante 1999 en el Baño de San Ignacio.

No. rosetas por planta	20-Feb	2-Mar	17-Mar	30-Mar	13-Abr	27-Abr	12-May	27-May	11-Jun	Total de Infrutescencias producidas por roseta	
										Rosetas terminales	Rosetas intermedias
1/7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3/4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
4/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5/2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6/3	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2	0
7/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8/2	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0
9/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10/5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
11/4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12/5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13/5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
14/3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15/12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16/8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17/13	0	0	0	0	3	0	0	1	0	4	0
18/11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
19/3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
20/6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
<b>Suma</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.65 ± 0.18</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0.1 ± 0.06</b>	<b>0</b>	<b>0.75 ± 0.21</b>	<b>0</b>

Tabla 9.7: Caracterización de las plantas de *Y. filifera* marcadas para registro de biomasa en el Baño de San Ignacio en 1998.

No. indiv.	Altura m	D. A. P. (1.30 m)	Diámetro (10 cm)	No. rosetas terminales	No. rosetas intermedias	No. total rosetas
Y0	6	55	58	7	3	10
Y01	5	33	51	5	2	7
Y02	4.5	24.5	44	3	2	5
Y03	5.5	30	60	3	1	4
Y1	4.72	24	55	10	2	12
Y2	6.06	29	55	4	0	4
Y3	5.15	27.5	48.5	2	1	3
Y4	4.8	26	52	3	0	3
Y5	4.95	30	44.5	4	0	4
Y6	4.55	20	47	2	1	3
Y7	5	22	36	2	0	2
Y8	4.55	30	50	2	0	2
Y9	5.5	34.5	52	4	2	6
Y10	5.5	20	38.5	3	0	3
Y11	4.25	29.5	40.5	5	0	5
Y12	4.45	32	52	6	2	8
Y13	4.8	27	52	3	1	4
Y14	5.7	25.5	44	3	0	3
Y15**	4.92	38	78	5	0	5
Y16*	4.55	39	52	8	0	8
Y17	4.17	25	44	2	0	2
Y18	3.4	16	24	3	2	5
Y19	5.4	62	39	7	0	7
Y20*	5.5	71	60	9	0	9
Y21	3.55	19	39	4	0	4
Y22	4.86	25.4	36	2	2	4
Y23	4.65	0	0	2	0	2
Y24	3.7	22	44.5	6	1	7
Y25**	7.65	56	96	6	3	9
Y26**	6.55	49	102	4	0	4
Y27	5.85	30	60	4	5	9
Y28	4.9	28.5	42	3	4	7
Y29	4.82	19.5	38.5	5	0	5
Y30	5.45	33.5	6.5	8	5	13
Y31	5.6	23.5	46.5	5	1	6
Y32	5.88	29.5	38	5	0	5
Y33	4.35	32	25	2	0	2
Y34	5.75	28.5	55	5	4	9
Y35	4.55	22.5	42	5	1	6
Y36	4.42	20	41	1	2	3
Y37	6.3	30.5	50	5	1	6
Y38	5.8	21	40.5	3	0	3
Y39	5	26	52	1	2	3

Y40**	5.48	43.5	81	5	5	10
Y41	6.28	38	60	7	4	11
Y42	4.66	24.5	34.1	3	2	5
Y43	4.7	28	52	5	3	8
Y44	4.73	25	51	3	1	4
Y45	4.75	27	48	4	0	4
Y46	3.97	24	44	2	1	3
Y47	5.53	40	70	4	2	6
Y48	3.75	18.5	36	3	0	3
	<b>5.05 ± 0.81</b>	<b>29.91 ± 11.94</b>	<b>48.22 ± 17.25</b>	<b>4.17 ± 2.02</b>	<b>1.31 ± 1.50</b>	<b>5.48 ± 2.78</b>

\* (D.A.P.) Suma de ramificaciones (3) del tallo

\*\* Suma de D.A.P. a 1.30 m y diámetro a los 10 cm del tallo de ramificaciones (2) del tallo

