

CIENCIA FORESTAL

ISSN-0185-2418



SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS



Rev. Cien. For.

Vol. 12

Núm. 62

P 184 P.

México
Julio-Dic. 1987

Revista de divulgación científica y tecnológica del área forestal del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

La coordinación, recopilación, diseño y distribución de esta revista están a cargo del personal del Departamento de Publicaciones Científicas y Técnicas.

Director de la Revista: Ing. Carlos E. González Vicente.

Editores: M.C. Nancy Contreras Moreno, Ing. Julián Víctor Magallanes G. y Lic. Gloria Vázquez Rangel.

Editores auxiliares en este número: Ing. Avelino B. Villa Salas, M.C. Cecilia Nieto de Pascual Pola, Ing. Carlos E. González Vicente, Ing. Guadalupe del Consuelo Martínez Villareal, Biol. Cecilia Tortajada Quiroz.

Comité Editorial del INIFAP área forestal: Presidente: Ing. Avelino B. Villa Salas; Vocales: Ing. Jaime Carrillo Sánchez, Ing. Abel López Caballero, Ing. Apolo R. Gardueñas Martínez, Ing. Roberto Villaseñor Angeles; Secretario: Raúl Villarreal Cantón.

Dirección Avenida Progreso No. 5 Viveros de Coyoacán, C.P. 04110, México, D. F.

Esta revista se distribuye a nivel nacional e internacional mediante donación o canje con publicaciones similares entre bibliotecas de institutos de enseñanza y de investigación y mediante suscripción o venta directa a investigadores o público en general.

Se pueden reproducir total o parcialmente los artículos de esta revista, siempre que se dé el crédito correspondiente a la misma y a los autores.



GERMINACION DE SEMILLAS DE PALO DULCE (*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.) EN SIEMBRAS DENSAS.

Francisco CAMACHO MORFIN*

RESUMEN

El palo dulce (*Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg.) es una leguminosa de gran potencial por su capacidad de establecerse en suelos erosionados, por el valor de su forraje y los usos medicinales que tiene. El presente trabajo se efectuó en el Campo Experimental "Coyoacán", INIFAP, durante 1987 y consistió en evaluar el comportamiento de semillas de palo dulce en siembras densas, similares a las que se efectúan en los viveros para el trasplante posterior a envases. Se encontró que conforme se incrementó la densidad de siembra entre un 10 y un 100% del suelo cubierto por semillas, la germinación disminuyó en forma significativa. En estas condiciones, el remojar las semillas durante un día y secarlas durante otro, mejoró notablemente la germinación. No obstante, el remojo no eliminó el efecto de la densidad de siembra.

En siembras sobre papel, se encontró que pinchar o cortar un extremo de la vaina indehisciente que contiene a las semillas produjo la misma germinación que el testigo. Al eliminar el pericarpio se obtuvo una germinación completa y veloz.

Se evaluó el efecto de extractos acuosos de semillas sobre la germinación de semillas sin pericarpio, se comprobó que fueron inhibitorios. Lo anterior indicó la presencia de inhibidores en el pericarpio como causa de la dormición de las semillas de palo dulce.

INTRODUCCION

Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg. es una papilionoidea con desarrollo arbustivo o arboreo que crece en forma silvestre en zonas semiáridas y subhúmedas de México,

* Ing. Agrónomo especialista en Fitotecnia. Encargado del Laboratorio de Semillas Forestales. Campo Experimental "Coyoacán" CIFAP-DF. INIFAP.

donde se le conoce comunmente como: palo cuate, palo dulce, rosilla y vara dulce o varaduz. En el Valle de México es frecuente encontrarlo en el sector central correspondiente a la Sierra de Guadalupe (Rzedowski y Rzedowski, 1979).

La propagación del palo dulce y su uso en la reforestación brinda grandes perspectivas debido al valor nutritivo de su follaje, su capacidad para crecer en suelos erosionados y fijar nutrientes, así como por los principios medicinales que contiene y su empleo como leña (Browner, 1985; Ferrara y Villerías, 1984; Morfin y Camacho, 1987; Niembro, 1986 y Susano, 1981).

En el presente trabajo se estudió la germinación de esta planta en siembras densas, similares a las que se emplean frecuentemente en los viveros mexicanos para transplantar posteriormente a envases (Cuevas, 1984). Ya que se ha observado que en otras especies este tipo de siembras tiene un efecto negativo sobre la germinación (Camacho y Ramírez, 1987).

MATERIALES Y METODOS

Las semillas de palo dulce empleadas se colectaron en Naucalpan, Estado de México, en febrero de 1987. Se dividieron en tres lotes para aplicar a cada uno diferentes pruebas. La distribución de las unidades experimentales siguió un diseño completamente al azar, en que se tuvieron cuatro repeticiones por tratamiento.

En el primer estudio se determinó el efecto de la densidad de siembra y el remojo sobre la germinación. Los tratamientos evaluados consistieron en combinar cuatro densidades de siembra comprendidas en el intervalo de 10 a 100% (Cuadro 1), con tres formas de preparar la semilla.

Se consideró como densidad de siembra del 100% a aquella en que se tiene un número de semillas por unidad de superficie, tal que, cada semilla está en contacto directo con las semillas que la rodean y estas en conjunto, forman una capa continua de una semilla de espesor (Camacho y Ramírez, 1987 y Terrazas, 1987).

CUADRO 1. DENSIDADES DE SIEMBRA EVALUADAS EN SEMILLAS DE *Eysenhardtia polystachya*.

Densidad de siembra en porcentaje	Semillas sembradas en un círculo de 65.5 mm de diámetro.	kg de semilla*/m ²
100.0	125	0.317
70.4	88	0.223
40.0	50	0.127
10.4	13	0.033

* Número de semillas por kg = 117,096

Las siembras se hicieron en botes cilíndricos de 12.2 cm de altura y 6.55 cm de diámetro, los cuales se llenaron con tierra hasta 2.5 cm antes del borde superior.

Los tratamientos de presiembra evaluados fueron los siguientes:

- a) Testigo.
- b) Remojo durante 24 hrs y 24 hrs de secado posterior: las semillas correspondientes a cada densidad se colocaron en una bolsa de mosquetero de plástico y se depositaron en un frasco que contenía 1.0 lt de agua. El secado se realizó a 30°C en un horno con ventilación forzada.
- c) Remojo durante 24 hrs y siembra inmediata: El remojo se inicio el día que se sembraron las anteriores y la siembra se hizo al día siguiente, con el fin de homogeneizar el inicio de la imbibición en todos los tratamientos.

La siembra se realizó distribuyendo las semillas sobre la superficie de la tierra que contenía el bote correspondiente a cada tratamiento, a continuación se les cubrió con una capa de 1.0 cm de grosor de arena sílica lavada. Se empleó este material debido a que facilita la emergencia de las plantas y su evaluación; además, se emplea frecuentemente para cubrir las siembras en los almácigos de viveros forestales (Pimentel, 1971).

Los botes una vez sembrados se colocaron en una mesa dentro del laboratorio y contaron con iluminación natural durante el día. La temperatura de la tierra en los botes tuvo una media de 21.79°C, con una máxima de 23°C y una mínima de 20°C.

La duración del experimento fue de 27 días durante los cuales se hicieron evaluaciones diarias del número de semillas germinadas; se consideró que la germinación ocurrió cuando las plántulas emergían de la arena y se enderezaban.

En el segundo estudio se observó el efecto que tienen las cubiertas de la semilla sobre la germinación. Con el fin de identificar los mecanismos que inhiben la germinación, se evaluaron los siguientes tratamientos elegidos de acuerdo con la propuesta de Camacho (1985a):

- a) Testigo.

- b) Pericarpio pinchado: con una aguja de disección se perforó 10 veces la vaina indehisciente en el extremo opuesto al que se ubica la semilla (Figura 1).
- c) Pericarpio cortado: se eliminó el extremo de la vaina opuesto a la localización de la semilla botánica, mediante un corte con tijeras.
- d) Semillas sin pericarpio: se eliminó la cubierta externa por completo.
- e) Semillas intactas remojadas durante 24 hrs.

Cada unidad experimental consistió de una caja de petri estéril en la que se sembraron 25 semillas sobre dos discos de papel filtro como sustrato, el cual se humedeció con agua destilada. La incubación de las siembras se efectuó a una temperatura constante de 22°C.

La duración del experimento fue de 15 días, durante los que se hicieron evaluaciones diarias del número de semillas germinadas, se consideró que la germinación ocurrió cuando la radícula tenía 1.5 cm de longitud.

También se probó el efecto de los extractos de las semillas sobre la germinación. Estos se prepararon remojando 300 semillas intactas de palo dulce en 25 ml de agua destilada colocada en un frasco oscuro y a 25°C durante 48 hr.

Con el extracto obtenido se regaron semillas sin pericarpio, las cuales se sembraron sobre papel filtro en cajas de petri; como testigos se hicieron siembras de semillas sin pericarpio y de semillas intactas las cuales se regaron con agua destilada. Al cabo de tres días se midió la longitud de la radícula.

Análisis estadístico

Con los resultados de las evaluaciones realizadas se determinaron los valores germinativos mediante el índice de Maguire (1962), a estos datos se les aplicó análisis de varianza y prueba de medias de Tukey con $\alpha = 0.05$.

En forma similar a lo efectuado por Goodchild y Walker (1971), el valor germinativo se relacionó con el porcentaje de germinación mediante regresión, se hizo lo mismo con el tiempo de germinación, el cual se determinó usando días medios.

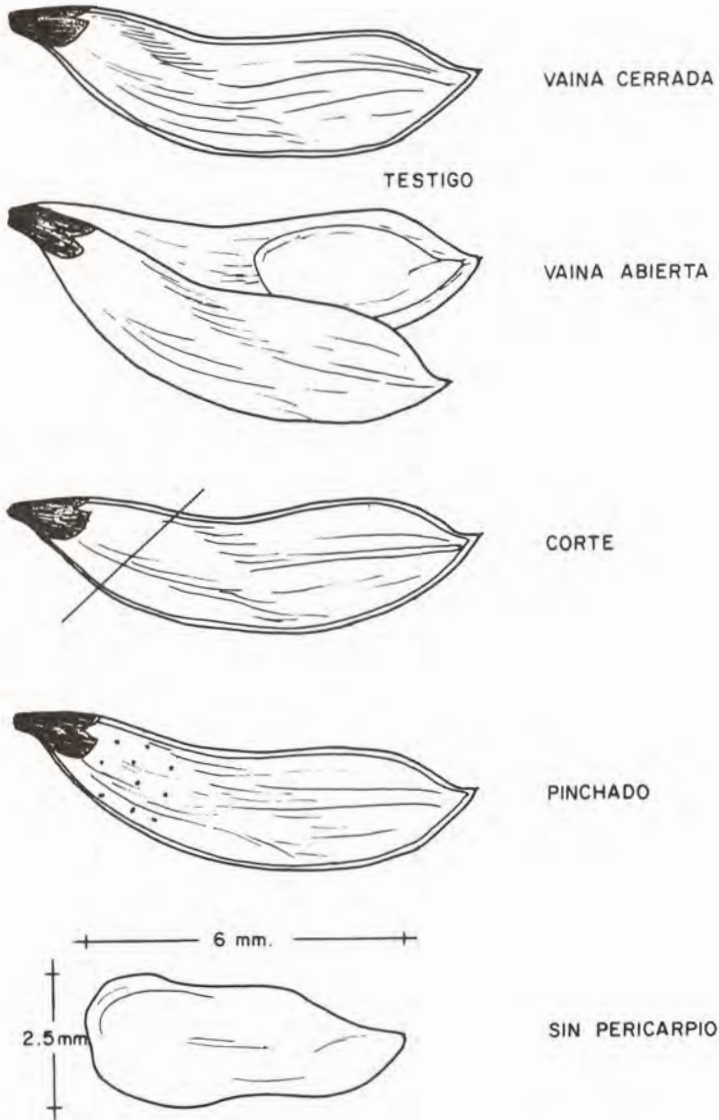


Figura 1. Morfología de la semilla de *Eysenhardtia polystachya* y tratamientos aplicados para su germinación.

RESULTADOS

Densidad de siembra y remojo.

La mejor germinación se obtuvo con la densidad de siembra más baja y la peor con la más alta (Cuadro 2).

En cuanto a los tratamientos de presiembra se encontró que el remojo por 24 hrs, independientemente del secado, produjo mejores resultados que el testigo. Aunque no eliminaron el efecto de la densidad de siembra.

CUADRO 2. VALOR GERMINATIVO DE MAGUIRE DE SEMILLAS DE *Eysenhardtia polystachya* EN RELACIÓN CON LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y EL REMOJO.

Tratamientos de presiembra	10.4	Densidades (%)			Promedio
		40.0	70.4	100.0	
Remojo y siembra	8.96	7.49	5.27	4.28	6.50 a
Remojo y secado	8.04	6.86	5.08	3.31	5.82 a
Testigo	5.38	2.38	1.94	0.90	2.65 b
Promedio	7.46 a*	5.58 b	4.10 c	2.83 d	

*La interacción no fue significativa, por lo que para cada factor, las medias con la misma letra son iguales entre sí, Tukey 0.05.

En este experimento el valor germinativo tuvo mayor correlación con la capacidad germinativa que con el tiempo a la germinación (Cuadro 3). La mayor relación del porcentaje de germinación con el valor germinativo se manifestó además, en que por cada unidad que se incrementó éste, la capacidad germinativa aumentó en casi un 10%, mientras que el tiempo a la germinación se redujo en menos de 12 hr.

CUADRO 3. ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD Y VELOCIDAD DE GERMINACIÓN A PARTIR DEL VALOR GERMINATIVO DE MAGUIRE (M) OBTENIDO EN SEMILLAS DE *Eysenhardtia polystachya* EN SIEMBRAS DENSAS REALIZADAS EN SUELO.

Variable dependiente	Ecuación	Coef. de Corr.
Capacidad germinativa (C)	$C = 9.37 M$	0.967*
Días medios a la germinación (T).	$T = 11.82 - 0.39 M$	0.633*

* Significativo con $\alpha = 0.05$.

Efecto de las cubiertas de las semillas sobre la germinación.

Las semillas sin pericarpio tuvieron una germinación significativamente superior a la de los demás tratamientos (Cuadro 4).

Las semillas con pericarpio cortado y las de pericarpio pinchado tuvieron una germinación estadísticamente igual a la del testigo y significativamente inferior a la de las semillas remojadas y a la de las semillas sin pericarpio.

CUADRO 4. EFECTO DEL PERICARPIO Y EL REMOJO PREVIO A LA SIEMBRA SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE *Eysenhardtia polystachya*.

Tratamiento	Valor germinativo de Maguire
Testigo	9.25 c
Pericarpio pinchado	10.13 c
Pericarpio cortado	10.19 c
Sin pericarpio	28.29 a
Remojo durante 24 hrs	14.36 b

Las medias con la misma letra son iguales entre sí, Tukey 0.05.

A diferencia del experimento anterior, en éste, la correlación del valor germinativo fue ligeramente mayor con el tiempo a la germinación que con la capacidad germinativa (Cuadro 5). Fue evidente una mayor relación del valor germinativo con la velocidad de germinación en que por cada cuatro unidades que se incrementó éste, el tiempo a la germinación se redujo en cerca de un día; mientras que fue necesario un incremento en siete unidades para que la capacidad germinativa aumentara en un 10%.

CUADRO 5. ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD Y VELOCIDAD DE GERMINACIÓN A PARTIR DEL VALOR GERMINATIVO DE MAGUIRE (M) OBTENIDO EN SIEMBRAS DE *Eysenhardtia polystachya* REALIZADAS SOBRE PAPEL.

Variable dependiente	Ecuación	Coef. de Corr.
Capacidad germinativa en porcentaje (C).	$C = 58.49 + 1.48 M$	0.846*
Días medios a la germinación (T).	$T = 8.60 - 0.25 M$	0.978*

* Significativo con $\alpha = 0.05$.

Aunque los extractos no afectaron la germinación, sí produjeron una reducción significativa del desarrollo radicular. En las semillas sin pericarpio regadas con agua destilada la longitud radicular alcanzó 31.18 mm en promedio, mientras que en las regadas con extracto alcanzaron 26.92 mm. Las semillas intactas no germinaron dentro de los tres días que duró el período de observación.

DISCUSION

Camacho y Ramírez (1987) encontraron que en *Schinus molle* la germinación disminuyó al incrementar la densidad de siembra; atribuyeron esto a que los inhibidores no se lixivian si su concentración en el suelo es mayor o igual a la presente en la semilla, ya que en una siembra densa, la difusión de dichas sustancias puede saturar al suelo antes de que el nivel de las mismas en muchas semillas disminuya lo suficiente para permitir la germinación.

Lo anterior se consideró aplicable al caso de *Eysenhardtia polystachya* porque se detectó la presencia de inhibidores, aunque también es posible que se tenga competencia por agua y oxígeno pues el remojo no eliminó por completo el problema en densidades de siembra altas.

Los resultados obtenidos indican que las siembras densas en almácigo no son una práctica conveniente en la propagación de *Eysenhardtia polystachya*, por lo tanto, se recomienda investigar en trabajos futuros la factibilidad de hacer la siembra directa en envases y estudiar el efecto de períodos más prologados de remojo.

Respecto a la densidad de siembra que resulta, la óptima económica, dados los precios de semillas y el almácigo, es un punto que también se tendrá que abordar en trabajos posteriores, ya que rebasa los objetivos del presente. No obstante, como una solución parcial se puede decir que con el uso de densidades de siembra entre el 40 y el 70% se tienen buenas producciones de plantas sin un exagerado desperdicio de semillas de palo dulce.

La detección de la presencia de inhibidores en las cubiertas de las semillas mediante el bioensayo de los extractos no siempre resulta convincente. En el experimento realizado no se consiguió inhibir la germinación, y la reducción del crecimiento radicular aunque significativa, fue pequeña. Como alternativa se propuso evaluar la respuesta germinativa que se tiene al dañar de distintas maneras la cubierta (Camacho, 1985 a y b).

La aplicación de este método evidenció en forma clara que el pericarpio contiene sustancias que dificultan la germinación, ya que únicamente en este caso es necesario eliminar por completo la cubierta que los contiene para obtener una germinación completa y veloz (esto último se evidencia al aplicar las ecuaciones del Cuadro 5).

Una prueba adicional de la presencia de inhibidores en el pericarpio es que el estímulo germinativo obtenido al remojar las semillas no se perdió cuando se sembraron secas. En conclusión, las semillas de *Eysenhardtia polystachya* presentan un tipo de dormición química dentro de la clasificación de Nikolaeva (1969); es interesante señalar que se trata de un caso raro en las leguminosas, pues en su mayoría las plantas pertenecientes a esta familia presentan semillas impermeables, es decir con dormición física (Rolston, 1978).

Los resultados del presente trabajo permiten mostrar la importancia que tiene el uso de los valores germinativos en la investigación, acerca de la aplicación de tratamientos

a las semillas. Si se hubiera empleado, como en la mayoría de los trabajos, el porcentaje de germinación como única variable de respuesta, no se hubiera observado el estímulo a la germinación que se tuvo al remojar las semillas en el segundo experimento.

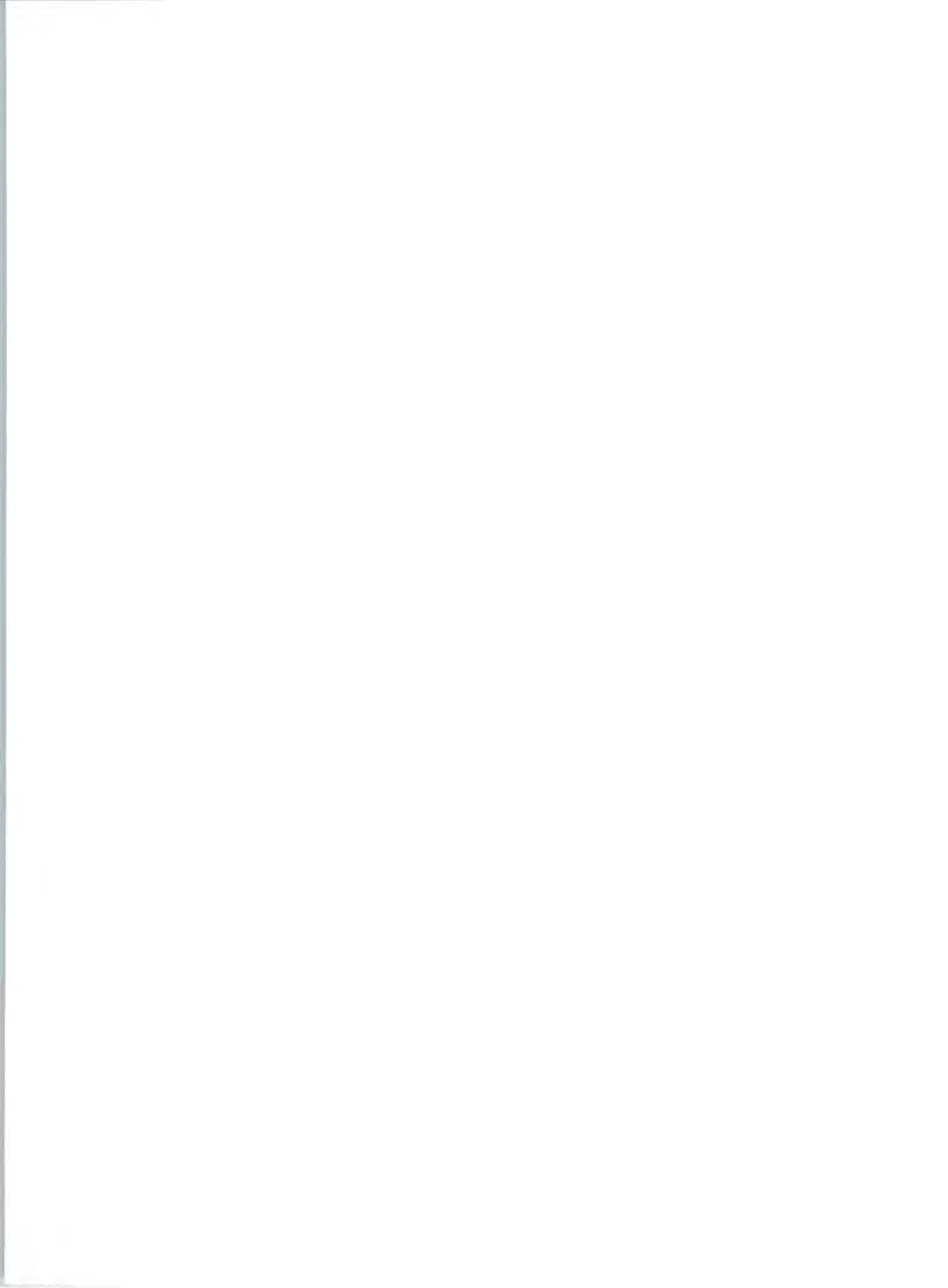
CONCLUSIONES

- 1.- El pericarpio que cubre las semillas del palo dulce tienen un efecto inhibitorio sobre la germinación de estas, el cual se relaciona principalmente con los inhibidores solubles que contiene.
- 2.- El incremento en la densidad de siembra tuvo un efecto negativo sobre la germinación del palo dulce, por lo que no se recomienda el empleo de siembras densas en almácigo para propagar esta especie en viveros. Es necesario evaluar la siembra directa en envase.
- 3.- El remojo previo a la siembra independientemente de que las semillas se sequen posteriormente, tiene un efecto estimulante sobre la germinación.

LITERATURA CITADA

- BROWNER, C.H. 1985. Plants used for reproductive health in Oaxaca. *Econ. Bot.* 39 (4). 488 - 493.
- CAMACHO, M.F. 1985 a. *Determinación de tipos de dormición de semillas forestales*. Memorias de la IIIª Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Public. Esp. Núm. 48 México. p 153 - 169.
- CAMACHO M.F. 1985b. Identificación del mecanismo que inhibe la germinación de *Schinus molle* L. y forma de eliminarlo. *Ciencia Forestal* 10 (55): 35-49.
- CAMACHO, M.F. y RAMÍREZ, P.M. 1987. Dormición química de semillas de pirú (*Schinus molle* L.) en tres tipos de siembra. *Ciencia Forestal* 12 (62): 15-31.
- CUEVAS, R.R.A. 1985. *Situación actual de los viveros de algunos estados de la República Mexicana*. Memoria de la IIIª Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Public. Esp. Núm. 48. p 320 - 337.

- FERRARA, C.R. and VILLERIAS, S.S. 1984. Effect of *Glomus* and *Rizobium* double inoculation on the growth of *Eysenhardtia polystachya* (Ort.) Sarg. *Nitrogen Fixin Research Rep.* 2: 15-16.
- GOODCHILD, N.A. and WALKER, M.G. 1971. A method of measuring germination in physiological studies. *Ann. of Bot.* 35: 615-621.
- MAGUIRE, J.D. 1962. Speed of germination aid in selection and avaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Sci.* 2: 176-177.
- MORFIN, L.L. y CAMACHO, M.F. 1987. *El palo dulce (Eysenhardtia polystachya (Ort.) Sarg.) una alternativa para la explotación de áreas tepetatosas.* En. Ruiz, F.J.F. (Ed) *Uso y Manejo de Tepetates para el Desarrollo Rural.* Dpto. de Suelos. Univ. Aut. Chapingo. México. pp. 192-198.
- NIEMBRO, R.A. 1986. *Arboles y arbustos útiles de México; naturales e introducidos.* Limusa. México. pp. 85-86.
- NIKOLAEVA, M.G. 1969. *Physiology of deep dormancy in seeds.* Td. Shapiro, Z. IPST. Israel. 220 p.
- PIMENTEL, B.J.L. 1971. Viveros semilleros portátiles y el transplante anticipado *Bosques* 8 (3): 4-26.
- ROLSTON, M.P. 1978. Water impermeable seed dormancy. *Bot. Rev.* 4 (3): 365-396.
- RZEDOWSKI, J. y RZEDOWSKI, C.G. 1979. *Flora fanerogámica del Valle de México.* Vol I. CECSA. México. p 52-53.
- SUSANO, H.R. 1981. Especies forestales susceptibles de aprovechamiento como forraje. *Ciencia Forestal* 29(6): 31-39.
- TERRAZAS, P.D. 1987. *Determinación de la densidad óptima de siembra en semilleros de piñ (Schinus molle L.).* Tesis Prof. Ing. Agríc. Fac. Est. Sup. Cuautitlán. UNAM. México. 65 p.



DORMICION QUIMICA DE SEMILLAS DE PIRU (*Schinus molle* L.) EN TRES TIPOS DE SIEMBRA.

Francisco CAMACHO MORFIN *

Martha RAMIREZ PACHECO **

RESUMEN

En tres experimentos se evaluó el efecto del método de siembra y la aplicación de tratamientos sobre la germinación del pirú (*Schinus molle* L.). Se encontró, que es necesario remojar las semillas para eliminar la dormición cuando las siembras se hacen en cajas de Petri sobre papel filtro, o cuando se emplean altas densidades de siembra, mientras que con la siembra en surcos se obtuvo una buena germinación sin la aplicación de tratamientos.

Los mejores resultados se obtuvieron cuando las semillas se remojaron durante 24 horas y se sembraron embebidas.

La aplicación de ácido sulfúrico concentrado o diluido no produjo un estímulo mayor que el obtenido al remojar las semillas; la inmersión en agua hirviendo redujo notablemente la viabilidad.

Se consideró una densidad de siembra al 100% cuando el suelo estaba cubierto de semillas. Al incrementar la densidad de siembra del 20 al 100% se redujo la germinación; lo anterior se discute en términos de la lixiviación de inhibidores presentes en el mesocarpio del pirú.

No obstante la reducción del porcentaje de germinación, el aumento de la densidad de siembra del 20 al 60%, incrementó el número de plántulas obtenidas por unidad de superficie; se determinó que el óptimo se encontraba en el 60%.

* Ing. Agrónomo Especialista en Fitotecnia. Encargado del Laboratorio de Semillas Forestales, CIFAP-DF.

** Biol. Facultad de Ciencias, UNAM.

SUMMARY

In three experiments, there were evaluated the effect of the sown method and the application of several treatments over the germination of the piru (*Schinus molle* L.). It was found that to eliminate the dormancy it is necessary to soak the seeds when the sown is in petri dishes with filter paper, or when sown densities are high. When the sown was in furrows there was obtained a good germination percentage and there was no need of treatments.

The best results were obtained when the seeds were soaked 24 hours and were sown being imbeded. The application of sulfuric acid, concentrated or diluted, did not produced a bigger stimulus than the one got when the seeds were soaked; the immersion in boiling water reduced greatly the viability.

It was considered a 100% sown density when the ground was covered totally with seeds. The increase of the sown density from 20 to 100% reduced the germination. This is discussed in terms of the lixiviation of inhibitors presents in piru mesocarp.

Nevertheless the decrease of the germination porcentaje, the increase of the sown density from 20 to 60% increased the number of seedlings obtained by surface unit. It was found that the optimum one was in the 60%.

INTRODUCCION

El pirú o pirul, originario de América del Sur, se ha naturalizado en América Central y México. Es una anacardiacea perennifolia de 4 a 10 m de altura con tronco tortuoso, ramas colgantes y hojas alternas imparipinadas con siete a trece foliolos. El árbol es dióico con flores paniculadas pequeñas de color amarillo verdoso, las masculinas son ligeramente alargadas con pétalos más erectos que las femeninas (Copeland, 1959).

Las unidades de dispersión o diásporas son drupas de 5 a 8 mm de diámetro, cuyo endocarpio relativamente duro, por lo general contiene una sola semilla con un embrión que prácticamente llena toda la cavidad. El mesocarpio forma parte de la unidad de dispersión por estar firmemente adherido al endocarpio; el epicarpio delgado, quebradizo y seco generalmente se pierde (Camacho, 1985).

En México el pirú se distribuye ampliamente en la Altiplanicie y Mesa Central, invade con facilidad cualquier tipo de terreno y se asocia generalmente con pocas especies de plantas (Anaya y Gómez, 1971). Crece de modo silvestre en zonas perturbadas con clima

subhúmedo o árido, donde subsiste a pesar de las heladas, sequías y suelos erosionados o salinos; en muchos sitios, como en los lomeríos y llanuras del Valle de México, así como en los alrededores de Tula, constituye prácticamente la única vegetación arbórea. Estas cualidades hacen que éste árbol se considere como uno de los principales recursos para recuperar áreas erosionadas y carentes de vegetación en la Altiplanicie Mexicana, donde se puede establecer inclusive mediante siembra directa.

Además de lo anterior, el pirú es importante por tener varios usos medicinales e industriales, de la gomoresina se puede obtener barniz y de la corteza taninos; la madera se ha usado como combustible, en la fabricación de mangos de herramientas, estacas y enseres rurales (Martínez, 1969 y Webb, 1980).

La propagación del pirú se efectúa por semillas tanto en la naturaleza como en los viveros. Hay contradicciones acerca de la facilidad con la que estas germinan.

FAO (1956) y Weeb (1980) mencionan que lo hacen fácilmente sin requerir tratamiento. Otros autores han indicado que las semillas no tratadas germinan despacio y en bajos porcentajes (Camacho, 1985; Montero y Estevez, 1983 y Nielsen y Muller, 1980).

Camacho (1985) encontró que al quitar el mesocarpio que envuelve las semillas de pirú, se produjo una germinación tan rápida y completa como la de los embriones extraídos.

El efecto inhibitorio que ejerce el mesocarpio, se relaciona con las sustancias que contiene entre las que se ha encontrado: ácidos fenólicos, felandreno y carcavol. Los extractos obtenidos de las drupas de pirú, inhiben la germinación de las semillas sin mesocarpio y la de trigo y de lechuga (Anaya y Gómez, 1971; Camacho, 1985; León, 1979 y Nielsen y Muller, 1980).

De acuerdo con lo presentado hasta aquí, las semillas de *Schinus molle* presentan lo que Nikolaeva (1969) llama dormición química, pues la inhibición se debe a los compuestos solubles que contienen las cubiertas más expuestas al ambiente.

Otra característica de la dormición química que se presenta en esta especie, es que la inhibición se pierde tanto al quitar completamente la cubierta externa, como al eliminar los inhibidores con remojo en agua.

Camacho (1985) obtuvo una germinación tan alta como la que se encontró con las semillas sin mesocarpio, empleando 24 hr de remojo en agua; el efecto del tratamiento no se incrementó al prolongar su duración hasta 96 hr y no se perdió al secar las semillas.

Respecto a otros tratamientos, Nielsen y Muller (1980), encontraron que la inmersión durante cinco minutos en ácido sulfúrico diluido al 10%, incrementó notablemente la germinación; el efecto estimulante aumentó cuando las semillas se remojaron posteriormente en agua con aereación durante 12 horas. Actualmente, el tratamiento con ácido se emplea en algunos viveros del Estado de México y del Distrito Federal, en los que las semillas de pirú se sumergen algunos segundos en ácido sulfúrico concentrado y se lavan después en agua corriente antes de la siembra.

Datos consultados en el archivo del laboratorio de semillas del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Distrito Federal (CIFAP-DF), indicaron que para obtener la capacidad germinativa potencial de lotes de semillas de pirú, se han sumergido durante 30 segundos en agua hirviendo con buenos resultados.

Las contradicciones en cuanto a la necesidad de usar un tratamiento para estimular la germinación de pirú pueden deberse a:

- a) Diferencias en el grado de dormición de las colecciones de semillas de las que obtuvo la información cada autor.
- b) Que las siembras de las que se obtuvo la información se hicieron con métodos distintos y que cierto tipo de siembra pudiera favorecer la manifestación de los mecanismos inhibitorios.

Con el objetivo de aclarar esta situación y, en su caso determinar cual es el mejor tratamiento para estimular la germinación del pirú bajo ciertas condiciones de siembra, se realizaron tres experimentos que incluyeron tanto siembras en laboratorio como en suelo.

MATERIALES Y METODOS

El lote de semillas de pirú empleado se obtuvo durante el invierno de 1985 en la Lomita del Capulín, Tlaltenco, Delegación de Tlahuac, Distrito Federal. Se cortaron 10 racimos de 10 árboles separados cuando menos 40 m entre sí.

El total de las semillas recolectadas fue de 800 g, los cuales fueron depositados en una divisora de precisión, con el fin de homogeneizarlas (Cuadro 1).

CUADRO1. CARACTERISTICAS DEL LOTE DE SEMILLAS DE *Schinus molle* PROVENIENTES DE 10 ARBOLES DE LA DELEGACION DE TLAHUAC, D.F.

Pureza	95.20%
Semillas/kilogramo	29,101.00
Viabilidad	89.00%

El porcentaje de viabilidad se determinó de acuerdo con el método seguido por Nava (1987) que consiste básicamente en remojar las semillas durante cuatro días, luego se extraen los embriones y se colocan a 40°C durante una hora en solución de tetrazolio al 1.5%. Finalmente, se contó el número de semillas que se tiñeron de rojo tanto de la radícula como de los cotiledones y mesocótilo.

Primer experimento: se realizó para determinar si el lote de semillas empleado presentaba diferente grado de dormición respecto a los usados en otros trabajos, y si el efecto del mesocarpio era el mismo que el mencionado por Camacho (1985).

Se realizaron siembras en cajas de petri estériles con doble capa de papel filtro, se colocaron 25 semillas en cada una constituyendo las unidades experimentales; posteriormente, se incubaron a 22°C, asignadas completamene al azar a los siguientes tratamientos:

- a) Testigo
- b) Mesocarpio dañado: se hizo un corte transversal con una navaja evitando romper el endocarpio (Camacho *op. cit.*).
- c) Mesocarpio pinchado: con una aguja de disección se hicieron tres perforaciones en el mesocarpio.
- d) Sin mesocarpio: esta cubierta se eliminó con un raspador de hojalata, el cual consistió en dos tapaderas de frasco, de 3 y 8 cm, respectivamente. En el exterior de la mayor y en el interior de la menor se hicieron perforaciones con un clavo, de forma que sobresalieran los bordes cortantes. Las semillas se colocaron entre ambas tapaderas y se tallaron para eliminar el mesocarpio sin dañar el endocarpio. Los restos del mesocarpio que quedaron se quitaron con una aguja.

- e) Remojo de las semillas durante 24 hr: consistió en sumergir las semillas en 140 ml de agua de la llave, a temperatura constante de 22 C.

Los conteos de las semillas germinadas se realizaron cada tercer día, durante 14 días. Se consideró que la germinación había ocurrido cuando la radícula alcanzó cuando menos el diámetro del mesocarpio.

Segundo experimento: se hizo con el objeto de determinar la necesidad de usar un tratamiento para estimular la germinación cuando las semillas de pirú se siembran en suelo dentro de surcos. Condiciones similares a las usadas en los viveros de Puerto Rico (Marrero, 1962).

Los tratamientos probados fueron los siguientes:

- a) Testigo.
- b) Remojo de las semillas en agua durante 12 hr.
- c) Remojo de las semillas en agua durante 24 hr.
- d) Inmersión en ácido sulfúrico concentrado (95.28%) durante 30 seg y lavado posterior con agua corriente por 10 min.
- e) Inmersión en ácido sulfúrico al 10% durante 5 min y lavado como en el tratamiento anterior.
- f) Inmersión en agua hirviendo (93°C) durante 30 seg.

Una vez aplicado el tratamiento, las semillas se secaron en cajas de papel estraza durante dos días. A fin de conocer el efecto en la germinación de semillas embebidas, se incluyó como tratamiento adicional la siembra de semillas remojadas 24 hr que no se secaron después.

Las unidades experimentales estuvieron constituidas por 100 semillas las cuales se depositaron en surcos siguiendo un diseño de bloques al azar de acuerdo con el gradiente de iluminación presente en el almacigo usado. La distancia entre surcos fue de 3 cm, la profundidad de los mismos fue de 1 cm y se dejó 1 cm entre semilla y semilla.

Para evitar que las semillas se salieran al regar, se colocó un costal de yute y sobre él se vertió agua con una regadera. Como la siembra se realizó en invierno, se protegió con una cubierta de plástico.

Los conteos se hicieron cada tercer día durante 14 días. Se consideró que la germinación ocurrió cuando la plántula emergió 1.5 cm del suelo, los individuos emergidos se marcaron colocando un palillo junto a ellos.

Tercer experimento: se realizó para estudiar el efecto que tiene sobre la germinación los tratamientos descritos en el experimento anterior, cuando se emplean altas densidades de siembra, similares a las usadas en los almácigos en la mayoría de los viveros de México; en estos una vez que ocurre la germinación, cada plántula se coloca en un envase de plástico lleno de tierra (Cuevas, 1985 y Pimentel, 1971).

Las siembras se hicieron en botes cilíndricos de 12.2 cm de altura y 65.5 mm de diámetro, los cuales se llenaron con 192.3 g de tierra hasta 2.5 cm antes del borde superior; posteriormente, se esterilizaron en autoclave durante 1 hr a 2 lb de presión.

Se definió como una densidad del 100% aquella en que se tiene un número de semillas por unidad de superficie tal, que cada semilla está en contacto directo con las semillas que le rodean y éstas en conjunto, forman una capa continua de una semilla de espesor (Terrazas, 1987).

Se determinó el número máximo de semillas que cubrían el área total de los botes, para ésto se cortaron seis anillos, uno de cada bote y se colocó una capa de semillas, obteniéndose la media de 241 semillas, que corresponden a la densidad de 100%, a partir de ésta, se calcularon densidades de 60 y 20% que corresponden a 145 y 48 semillas por bote, respectivamente; para cada densidad se aplicaron los tratamientos del experimento anterior.

La siembra se realizó distribuyendo las semillas sobre toda la superficie de la tierra. Se agregaron 49.52 g de arena sílica a cada bote para cubrir las semillas con una capa de 1 cm de grosor. Este material tiene la ventaja de facilitar la emergencia y los conteos.

La asignación de las unidades experimentales se hizo de acuerdo con el diseño de bloques al azar siguiendo el gradiente de iluminación natural presente dentro del laboratorio.

La temperatura de la tierra de los botes tuvo una media de 21.4°C, una máxima de 24.0°C y una mínima de 19°C.

Como se esperaba que la germinación fuera más lenta que en el experimento anterior, el período de observación fue de 29 días. Las plántulas se fueron arrastrando conforme se contaban.

Variables de respuesta evaluadas.

Con los datos obtenidos se calcularon los días al 75%, es decir, el tiempo transcurrido de la siembra hasta alcanzar las 3/4 partes de la emergencia final. También se determinaron el porcentaje de germinación y el valor germinativo o índice de Maguire (Morales y Camacho, 1985).

El valor germinativo es una medida de la calidad de germinación resultante de combinar la capacidad, velocidad y uniformidad germinativa mediante una fórmula que da un solo dato numérico, cuyo valor es directamente proporcional a la calidad de germinación.

El valor germinativo de Maguire se calcula con la siguiente fórmula:

$$V G = (\sum G_i / D_i) c$$

Donde:

G_i = Número de semillas germinadas en la evaluación i .

D_i = tiempo transcurrido desde la siembra hasta la i 'ésima evaluación.

c = 100 / número de semillas sembradas.

Para el último experimento se calculó el índice de eficiencia de una siembra de almácigo, que es una ponderación del porcentaje de germinación con el porcentaje de plántulas producidas respecto al número de semillas sembradas en una densidad al 100%. Su valor se incrementa tanto con el aumento del porcentaje de germinación, como con un mayor número de plántulas producidas por unidad de superficie (Terrazas, 1987).

El índice de eficiencia (IE) se obtiene con la siguiente fórmula:

$$I E = \frac{N}{D} \times \frac{N}{M} \times 10,000$$

Donde:

M = Máxima densidad de semillas posibles de sembrar.

D = Densidad de siembra.

N = Número de semillas germinadas.

Análisis estadístico.

Para cada variable se hizo análisis de varianza. En el último experimento las varianzas fueron heterogéneas entre densidades, y por tanto, estuvieron ligadas a las medias, esto sale de los supuestos de dicha técnica estadística y con el fin de cumplirlos para cada densidad se realizó un análisis independiente.

Con este fin también se empleó para los porcentajes de germinación la transformación arco seno $\sqrt{\%/100}$. las diferencias entre los promedios se detectaron con la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$ (Reyes, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del primer experimento son concordantes con los de Camacho (1985), ya que en las siembras sobre papel, las semillas sin mesocarpio y las que se remojaron alcanzaron una germinación cercana al porcentaje de viabilidad, y tardaron menos tiempo en germinar que las semillas testigo, las pinchadas y las que se les dañó el mesocarpio (Cuadro 2). Las diferencias entre los valores germinativos obtenidos al eliminar el mesocarpio y al remojar las semillas son significativas respecto a lo obtenido por el testigo.

Todo lo anterior permite afirmar, que en el lote de semillas de pirú empleadas se presentó dormición química con una profundidad similar a la que tuvieron los lotes trabajados por el autor mencionado.

CUADRO 2. EFECTO DEL ESTADO DEL MESOCARPIO Y EL REMOJO SOBRE LA GERMINACION DE *Schinus molle* L. EN SIEMBRAS SOBRE PAPEL.

Tratamiento	Porcentaje de germinación	Días al 75%	Valor germinativo de Maguire.
Testigo	30 b	14.41 a	2.20 b
Sin mesocarpio	80 a	11.74 b	8.04 a
Mesocarpio pinchado	1 c	*	0.08 c
Mesocarpio dañado	2 c	*	0.20 c
Remojo 24 hr	81 a	11.15 b	7.44 a

Los promedios con la misma letra son iguales entre sí, Tukey 0.05

* No se calculó porque no hubo germinación en varias repeticiones.

Los resultados del segundo experimento indican que no es recomendable el uso de tratamientos cuando la siembra se hace en surcos, pues el testigo obtuvo una germinación mayor que el 70% y ningún tratamiento superó significativamente el valor germinativo alcanzado por éste (Cuadro 3).

Lo anterior se cumplió no obstante que las semillas sembradas inmediatamente estuvieron embebidas desde un día antes que el testigo.

CUADRO 3. EFECTO DE DIFERENTES TRATAMIENTOS SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *Schinus molle* L. SEMBRADAS EN SURCOS.

Tratamiento	Porcentaje de germinación	Días al 75%	Valor germinativo de Maguire
Testigo	76.50 ab	13.33 bc	5.83 abc
Remojo de 12 hr y secado	78.75 ab	13.04 bc	6.27 ab
Remojo de 24 hr y secado	85.00 a	11.90 c	7.21 a
Remojo de 24 hr y siembra inmediata	78.25 ab	12.03 c	6.39 a
Inmersión en H ₂ SO ₄ concentrado	64.75 b	13.16 bc	4.89 bc
Inmersión en H ₂ SO ₄ al 10%	67.00 ab	14.34 ab	4.79 c
Agua caliente	13.25 c	15.37 a	0.83 d

Los promedios con la misma letra son iguales entre sí, Tukey 0.05

Obtener una mayor germinación en suelo que sobre papel es típico del comportamiento de las semillas con dormición química (Camacho, 1985).

Lo anterior se atribuye a que en las siembras realizadas en suelo permiten que los inhibidores se difundan fácilmente a lugares alejados de las semillas, por ello, el testigo germinó en forma similar a las semillas remojadas. El tratamiento es necesario al sembrar sobre papel en cajas de petri porque en estas condiciones no es posible la lixiviación; en este caso, eliminar los inhibidores tanto con el remojo como quitando la cubierta que los contiene mejoró notablemente la germinación.

En el tercer experimento el incremento en la densidad de siembra redujo el valor germinativo (Cuadro 4), esto se explica con base en que la pérdida de inhibidores no se realiza, si su concentración en el suelo es mayor que en las semillas (Nielsen y Muller, 1980).

CUADRO 4. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA GERMINACION DE SEMILLAS DE *Schinus molle* L. SEMBRADAS EN SUELO.

Densidad de siembra (%)	Valor germinativo de Maguire*
20	3.26
60	2.26
100	1.64

* Los valores son los promedios obtenidos con todos los tratamientos.

En una siembra densa la difusión de inhibidores puede saturar rápidamente al suelo, antes de que el nivel de estas sustancias en muchas de las semillas disminuya lo suficiente para permitir la germinación.

Esto tendería a incrementarse con el aumento de la densidad de siembra y por lo tanto, permitiría la manifestación de la dormición química en siembras realizadas en suelo.

Lo anterior se apoya en que los tratamientos con remojo estimularon la germinación; en todas las densidades las semillas remojadas y sembradas inmediatamente tuvieron un aumento importante en el porcentaje y velocidad de germinación (Cuadro 5).

En las mayores densidades de siembra al aplicar los tratamientos de remojo y secado sólo se obtuvo una disminución en el tiempo de germinación, esto se observó también con la inmersión en ácido sulfúrico en la máxima densidad de siembra.

Si el incremento en la dormición que se tiene al aumentar la densidad de siembra se debiera únicamente a los inhibidores, cabría esperar que las semillas remojadas produjeran los mismos resultados independientemente del secado, esto no ocurrió con la mayor densidad de siembra, por lo que puede suponerse que la competencia por agua y oxígeno también limitaron la germinación.

Lo ideal para un propagador es obtener el mayor porcentaje de germinación posible para aprovechar al máximo las semillas adquiridas, también es deseable que se tuviera la mayor producción de plántulas posible por unidad de superficie. Maximizando simultáneamente estas variables se obtiene la mayor eficiencia en el uso del almácigo.

El índice propuesto por Terrazas (1987), graficado contra la densidad de siembra tuvo tendencia a formar una parábola con el vértice hacia arriba (Figura 1), lo que indica que los mejores resultados se obtuvieron con una densidad del 60%, independientemente del tratamiento aplicado.

El empleo del remojo y siembra inmediata proporcionó un mejor uso del almácigo que el testigo, pues produjo una cantidad significativamente mayor de plántulas (Cuadro 6).

No es conveniente el empleo de agua caliente para estimular la germinación del pirú ya que en todos los experimentos produjo menor germinación que el testigo.

Los resultados del último experimento indicaron que las siembras densas en almácigo realizadas en México favorecen la manifestación de la dormición química y hacen necesario el tratamiento, y también que este tipo de dormición puede impedir la germinación en condiciones alelopáticas desfavorables al crecimiento vegetal. Esto último puede tener un papel adaptativo importante en la supervivencia de las especies.

CUADRO 5. EFECTO DE VARIOS TRATAMIENTOS Y DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE LA GERMINACION DE *Schinus molle*.

Tratamiento	DENSIDAD DE SIEMBRA (%)					
	20		60		100	
	Porcentaje de germinación	Días al 75%	Porcentaje de germinación	Días al 75%	Porcentaje de germinación	Días al 75%
Testigo	40.10 bcd	17.37 ab	40.34 ab	17.08 ab	20.96 b	19.54 a
Remojo de 12 hr y secado	55.21 abc	15.19 abc	32.93 b	14.93 cd	21.89 b	14.67 b
Remojo de 24 hr y secado	59.90 ab	14.77 bc	34.48 ab	13.07 d	27.08 b	13.84 b
Remojo de 24 hr y siembra inmediata	77.08 a	12.81 c	61.21 a	13.52 d	45.33 a	16.05 b
Inmersión en H ₂ SO ₄ concentrado	29.69 de	14.81 bc	27.58 b	16.26 bc	15.35 bc	16.05 b
Inmersión en H ₂ SO ₄ al 10%	35.42 bcd	15.14 abc	23.96 b	15.70 bc	18.26 b	15.45 b
Agua caliente	13.02 e	18.56 a	3.79 c	18.71 a	6.22 c	20.20 a

En cada columna las medias con la misma letra son iguales entre sí, Tukey 0.05.

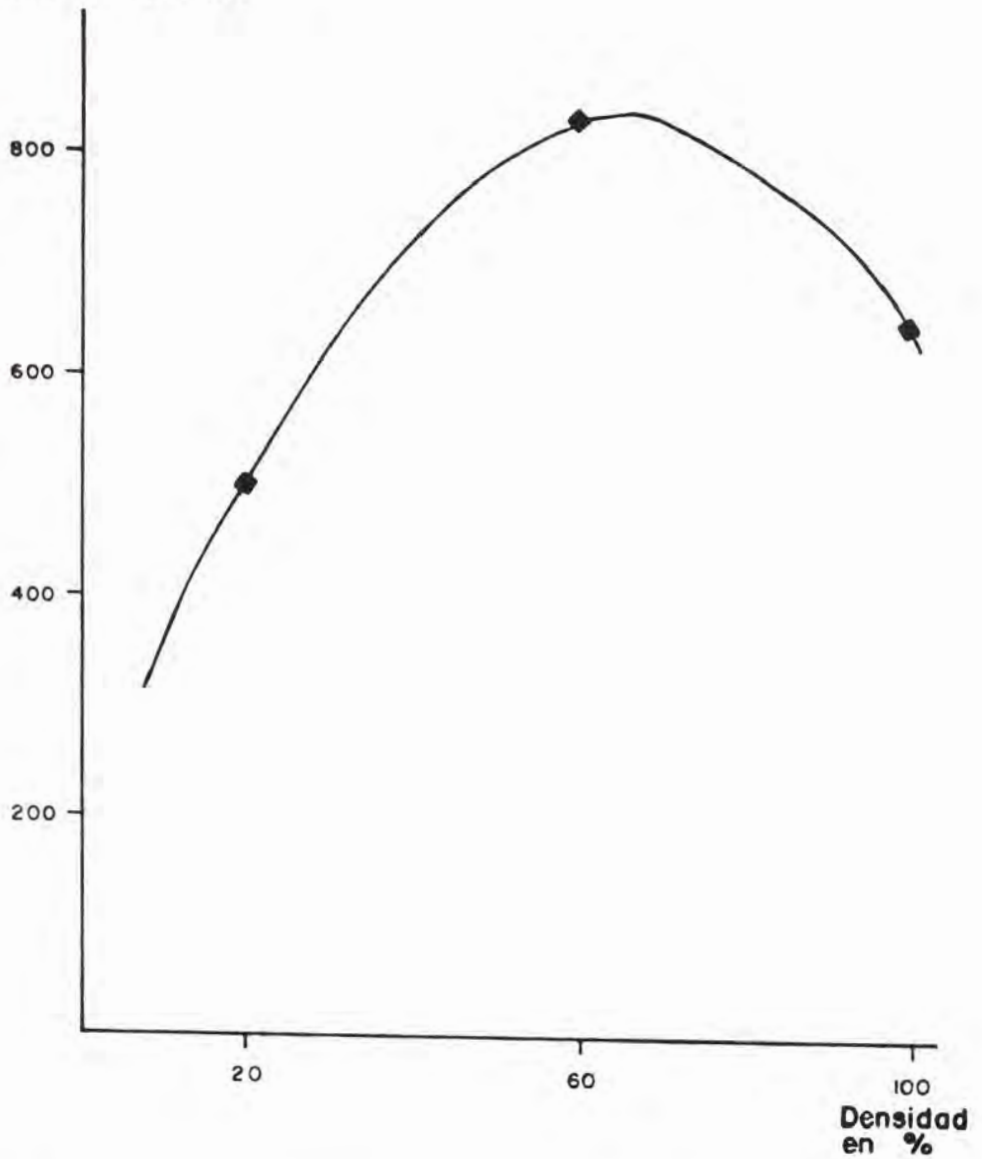
Índice de eficiencia

Figura 1. Efecto de la densidad de siembra sobre el índice de eficiencia de almacigo en *Schinus molle*. Promedios de todas las unidades experimentales.

CUADRO 6. EFECTO DE LA DENSIDAD DE SIEMBRA Y DE VARIOS TRATAMIENTOS SOBRE EL NUMERO DE PLANTULAS DE *Schinus molle* OBTENIDAS EN UN CIRCULO DE 65.5 mm DE DIAMETRO.

Tratamiento	Densidad de siembra (%)		
	20	60	100
Testigo	19.25 bcd	58.50 ab	50.50 bc
Remojo 12 hr y secado	26.50 abc	47.75 b	52.75 b
Remojo 24 hr y secado	28.75 ab	50.00 b	65.25 b
Remojo 24 hr y siembra inmediata	37.50 a	88.75 a	109.25 a
Inmersión en ácido Sulfúrico concentrado	14.25 cd	40.00 b	37.00 bc
Inmersión en ácido sulfúrico al 10%	17.00 bcd	34.75 bc	44.00 bc
Agua caliente	6.25 d	5.50 c	15.00 c

En las columnas las medias con la misma letra son iguales entre sí, Tukey 0.05.

CONCLUSIONES

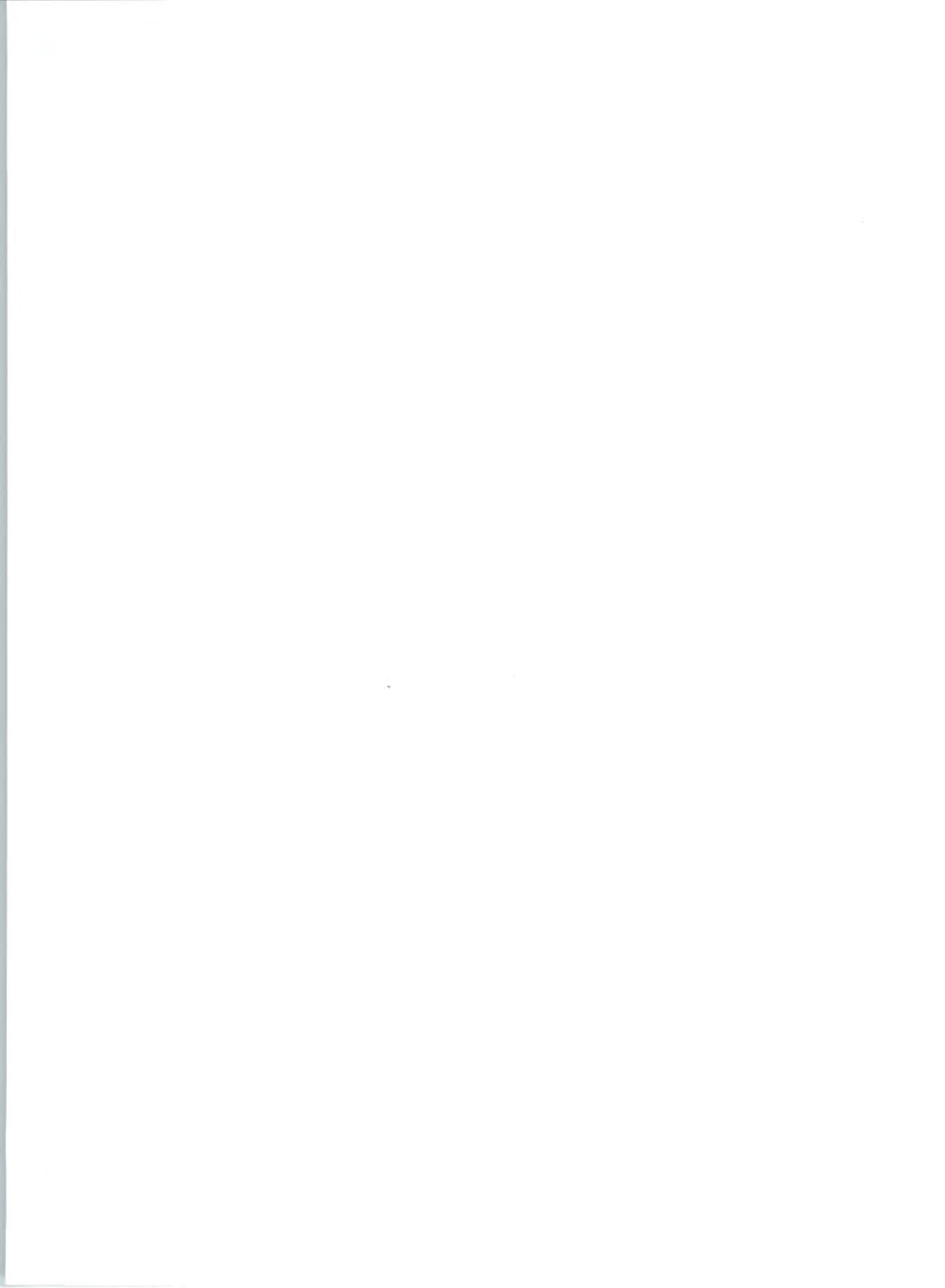
- 1) La necesidad de aplicar un tratamiento para estimular la germinación del pirú depende de las condiciones de siembra.
- 2) En siembras realizadas en cajas de Petri y sobre papel filtro se requiere remojar las semillas para estimular la germinación.
- 3) En siembras realizadas en pequeños surcos las semillas de pirú germinan bien sin la aplicación de un tratamiento.

- 4) El aumento en la densidad de siembra del 20 al 100% disminuye el porcentaje de germinación y hace necesaria la aplicación de un tratamiento, lo anterior se puede atribuir a la saturación del suelo con inhibidores de las semillas en densidades muy altas.
- 5) En siembras con alta densidad el mejor tratamiento fue el remojo por 24 hr con siembra inmediata.
- 6) A pesar del sacrificio del porcentaje de germinación, la mayor eficiencia de producción de plantas se obtuvo con una densidad de siembra del 60%.

LITERATURA CITADA

- ANAYA, A.L. y GÓMEZ, P.A. 1971. Inhibición del crecimiento producido por el pirú. *Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural*. 32:99-109.
- CAMACHO, M.F. 1985. Identificación del mecanismo que inhibe la germinación en *Schinus molle* L. y forma de eliminarlo. *Ciencia Forestal*. 10(55): 35-49
- CAMACHO, M.F. 1987. *Dormición de semillas; Aspectos generales y tratamientos para eliminarla*. Tesis Ing. Agr, Esp. Fitotecnia. Univ. Aut. Chapingo, México. 174 p.
- COPELAND, P.J. 1959. The reproductive structures of *Schinus molle* Madroño. 15: 14-25.
- CUEVAS, R.R.A. 1985. *Situación actual de los viveros de algunos estados de la República Mexicana*. III Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. pp 320-337. (Publicación Especial No 48).
- LEÓN, DE LA L.J.L. 1979. *Determinación de la posible acción de alelopáticos en el pirú (Schinus molle L.), sobre otras plantas*. Tesis Prof. Biol. Esc. Nal. Ciencias Biol. Inst. Politéc. Nal. México. 56 p.
- MARRERO, J. 1962. Prácticas usadas en los viveros de pinos de Puerto Rico. *Caribbean Forester*. 23(2): 87-99.
- MARTÍNEZ, M. 1969. *Las plantas medicinales de México*. Ed. Botas. México. pp. 261-265.
- MONTERO, N.C. y ESTÉVEZ, M.J. 1983. Respuesta de las semillas de diez especies forestales a diferentes tratamientos pregerminativos. Colombia. *Investigación Forestal* No 14. 18 p.

- MORALES, V.G. y CAMACHO, M.F. 1985. *Formato y recomendaciones para evaluar germinación*. En: III Reunión Nacional sobre Plantaciones Forestales. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México. pp.123-138. (Publicación Especial No 48).
- NAVA, S.M. 1987. *Determinación de las directrices para la prueba de tetrazolio en las semillas de Pinus lambertiana Dougl. y Schinus molle L.* Tesis Prof. Biol. Univ. Nal. Aut. de México. 75 p.
- NIELSEN, E.T. y MULLER, W. H. 1980. *A comparison of the relative naturalization ability of two Schinus species in the Southern California*. I; Seed Germination. Bolletin of the Torrey Botanical Club. 107 (1): 51-56.
- NIKOLAEVA, M.G. 1969. *Physiology of deep dormancy in seeds*. Trad. Shapiro, Z. IPST press. Israel. 220 p.
- FAO 1956. *Notas sobre semillas forestales*. Colección FAO. Yugoslavia. pp 183-184.
- PIMENTEL, B.L. 1971. *Viveros semilleros portátiles y el transplante anticipado*. *Bosques y Fauna*. 8(3): 4-26.
- REYES, C.P. 1985. *Diseño de experimentos agrícolas*. Ed. Trillas. México. pp. 317-324.
- TERRAZAS, P.D. 1987. *Determinación de la densidad óptima de siembra en semilleros de pirú (Schinus molle L.)* Tesis Prof. Ing. Agric. Fac. Est. Sup. Cuautitlán, Univ. Nal. Aut. de México. México. 65 p.
- WEBB, D.B. 1980. *A guide to species selection for tropical and subtropical plantations*. Tropical Forestry Papers. 15. Inglaterra. pp. 229-230.



**BIOLOGIA Y EVALUACION DE DAÑOS OCASIONADOS POR
Megastigmus albifrons WALKER (Hymenoptera: Torymidae), EN LA
SIERRA PUREPECHA, MICHOACAN.**

Adolfo DEL RIO MORA*
Pablo MAYO JIMENEZ**

-
- * Investigador de la Red de Entomología. Campo Experimental "Uruapan". CIFAP-MICH. Actualmente se encuentra realizando estudios de posgrado.
- ** Périto Agrícola Auxiliar de la Red de Entomología. Campo Experimental "Uruapan". CIFAP-MICH.

RESUMEN

Se estudió el ciclo biológico de *Megastigmus albifrons* W (Hym: Torymidae), así como la evaluación de daños en semilla durante un período de dos años de producción de conos, en sus tres hospederos de la Sierra Purépecha, Mich., *Pinus michoacana*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*; el cálculo de los porcentajes de infestación se hizo con base en la semilla llena extraída de los conos próximos a su maduración de la cosecha 1983/84, y los promedios de semilla llena por cono, se utilizaron para calcular los daños de la cosecha 1982/83, ya que durante este período se emplearon conos secos colectados del suelo, debido a que la producción de conos verdes fue muy escasa.

En el estudio del ciclo biológico de la avispa se pudo verificar que presenta una generación anual, las emergencias ocurren de enero a abril de cada año, y una parte mínima de la población se mantienen en diapausa por 2 años. Durante la investigación se obtuvo un promedio del 27.4% de semillas llenas destruidas por *Megastigmus albifrons* (W) en sus hospederos.

INTRODUCCION

Los programas de recolección de semilla de pino, así como de otras especies de interés forestal, representan una actividad de vital importancia y constituyen una necesidad imperiosa hoy en día, con la finalidad primordial de utilizarla en campañas de reforestación a gran escala que nos permitan restablecer, aunque sea en parte, la gran cantidad de superficie forestal que se pierde anualmente por diversos factores adversos a la protección del bosque, como son principalmente: incendios, explotación irracional con diversos fines, plagas, etc.

En la mayoría de los casos, las colectas de semilla se efectúan en los bosques naturales, ya que las áreas semilleras, sitios ideales para coleccionar germoplasma, no son abundantes en la región, por lo que la demanda de semilla se seguirá cubriendo de esta forma por tiempo indefinido.

Entre las causas importantes que impiden que los programas de colecta de semilla sean eficaces y económicos están: Los insectos destructores de conos y semillas, y la falta de información sobre el potencial de semilla en las diferentes especies forestales (Bramlett, 1974).

El presente trabajo aporta observaciones sobre un importante insecto destructor de semillas, "la avispa de la semilla", *Megastigmus albifrons* (Walker), su biología y evaluación de daños en la Sierra Purépecha, Michoacán. Los objetivos fueron estudiar el ciclo

biológico general de la "avispa de la semilla", en la Sierra Purépecha y evaluar los daños con base en la capacidad de producción de semilla llena en sus tres hospederos.

ANTECEDENTES

El género *Megastigmus* (Hymenóptera, Torymidae), está representado en Norteamérica por 23 especies (Milliron, 1949), de las cuales Hedlin *et al.* (1980) citan y describen 11 especies que se alimentan de semillas de coníferas.

Las semillas afectadas por *Megastigmus* no presentan evidencia externa del daño hasta que el adulto emerge y deja en la testa un pequeño orificio. Uno de los métodos de evaluación de daños para esta plaga consiste en la utilización de radiografías por medio de las cuales se detecta a las larvas (Hedlin, *op. cit.*)

En cuanto a la determinación de las especies de *Megastigmus*, presentes en la región de estudio, si se revisa la literatura correspondiente, se aprecia una cierta confusión en cuanto a su distribución estrechamente relacionadas taxonómicamente, ya que este mismo autor indica que *Megastigmus grandiosus* (Yoshimoto) domina en la región central de México, mientras que *Megastigmus albifrons* (Walker) en el norte del país, donde destruye la semilla de *Pinus ponderosa*.

De ejemplares colectados en sus tres hospederos en la Sierra Purépecha, como son los conos de *Pinus montezumae*, *P. michoacana* y *P. pseudostrobus* (Del Río, 1983), el Dr. Carl M. Yoshimoto especialista en el Género del Instituto Biosistemáticas de Ottawa, Canadá, corroboró para la región a *Megastigmus albifrons* (Walker), por lo que se considera pueden existir poblaciones de la especie antes citada y de *Megastigmus grandiosus* (Y) en la Sierra Madre Occidental y Eje Neovolcánico.

En relación con el ciclo biológico de *Megastigmus albifrons* (W), Del Río *op.cit.* menciona que la máxima emergencia de los adultos en la región forestal tarasca, ocurre durante los meses de marzo y abril de cada año, el estado larval se aprecia de junio hasta finales de verano y las pupas en el otoño, el invierno lo pasa en estado adulto en el interior de las semillas afectadas. En forma general, el ciclo del insecto en esa región coincide con el que se presenta en otras regiones como por ejemplo, en Nuevo México (Kinzer *et al.* 1972).

Las especies de *Megastigmus* insertan su largo ovipositor en los conos verdes de segundo año de desarrollo y pueden ovipositar hasta seis huevecillos en el interior de la semilla en formación, de los cuales sólo uno prospera. (Kinzer *op. cit.*, Hedlin *op. cit.*).

Una pequeña parte de la población de varias especies de *Megastigmus* permanecen en diapausa hasta por varios años después de la maduración de los conos, asegurando con ésto la sobrevivencia del insecto, aún en años en que la producción de conos sea escasa (Hussey, 1985, Kristek, 1967, Kinzer *op. cit.*, Hedlin *op. cit.*, Annala, 1982).

En lo que respecta a la evaluación de daños por diversas especies de este género, Kinzer durante 1965 a 1967 efectuó una evaluación de cono de *Pinus ponderosa* con *M. albifrons* (W) en la región de Nuevo México, obtuvo un promedio de 42.6% de la semilla viable dañada por este insecto.

En estudios sobre otras especies Kristek *op. cit.* señaló que el 49.32% de la semilla viable de *Pseudotsuga menziesii* es destruída por *Megastigmus spermotrophus* (W), en las regiones de Bohemia y Moravia en Checoslovaquia, sin que se haya encontrado una relación entre el nivel de producción de conos con las infestaciones del insecto, ni una correlación entre los grados de infestación y la cantidad de semilla viable.

Arceo (1980), mediante tablas de vida evaluó los factores de mortalidad en la producción del área semillera de San Juan Tetla, Puebla, obtuvo que *Megastigmus grandiosus*, (Y) destruyó el 0.58% de 1,000 conos de *Pinus montezumae*, equivalente a la destrucción de toda la semilla formada en 5.8 conos.

El control de daños para las especies de *Megastigmus* es difícil, ya que la aplicación de insecticidas sistémicos como por ejemplo Carbofurán, eficaz para la protección de conos contra el ataque de otros importantes insectos carpófagos como *Conophorus* spp (Coleopt: Scolytidae) y *Leptoglossus* spp (Hemiptera. Coreidae) en los EEUU, ha resultado ineficaz para las "avispas de la semilla", debido tal vez, a que la cantidad de insecticida que penetra a la semilla del cono es casi nula (Dbarr, *et al.* 1982).

En otras ocasiones, se recomienda el tratamiento de la semilla infestada, como por ejemplo, mantener la muestra a temperaturas de 45 C por 40 hrs, cuando el contenido de humedad de la semilla no excede al 10%, pero dicho procedimiento se considera impráctico, puesto que tendría el inconveniente de que cuando se efectuara, la mayor parte del daño a la semilla estaría ya hecho. Para el control de daños por *Megastigmus albifrons* (W), puede ser promisoría la utilización de insectos benéficos como la avispa *Sintomosphyrum* sp (Hymenoptera: Eulophidae), puesto que su potencial reproductivo puede ser alto, ya que de una semilla atacada han emergido hasta 29 avispas (Del Río, *op. cit.*).

MATERIALES Y METODOS

Biología de campo

Las observaciones generales del ciclo biológico del insecto se llevaron a cabo durante los años de 1982 y 1983, época en la cual se iniciaron los registros del ciclo de *Megastigmus albifrons* (W) desde el momento en que se detectaba a las hembras ovipositando sobre los conos verdes en el inicio de su segundo año de desarrollo; o en su defecto, en aquellos que presentaban una resinación leve externa y localizada entre las brácteas de los conos, lo cual indica que se efectuaron oviposuras del insecto. Posteriormente, se disectaban mensualmente conos atacados, con el objeto de observar la continuidad de los estados de desarrollo de la avispa, hasta completar su ciclo con la emergencia de los adultos. (Figura 1)

Para las observaciones del ciclo biológico del torymido se aprovecharon también los conos que se emplearon para efectuar las evaluaciones de sus daños. Los huevecillos y larvas se midieron mediante un microscopio de disección dotado de micrómetro ocular.

Evaluación de daños

Para la cuantificación de daños por la avispa, las colectas de conos se hicieron aleatoriamente, en rodales de sus especies hospederas (*Pinus montezumae*, *P. michoacana* y *P. pseudostrobus*) situados en la región tarasca (Figura 2), siguiendo el criterio de la abundancia o producción de conos en la selección de los árboles a muestrear. Se utilizaron dos procedimientos: el primero consistió en coleccionar conos verdes previos a su maduración para posteriormente disectarlos en el laboratorio, con la finalidad de cuantificar el promedio de semilla llena con o sin ataques por insecto, según metodología empleada por Kinzer *et al.* (1972).

La semilla disectada que estaba afectada era fácil de distinguir, ya sea porque presentaba en su interior a la larva de la avispa de color blanquizco en forma de "C", consumiendo parcial o totalmente el contenido de la semilla, o bien, de la prepupa o pupa del insecto. La semilla vacía se caracteriza porque el endospermo no se desarrolla normalmente o por carecer totalmente de él. (Bramlett *et al.* 1977).

Se disectaron un total de 459 conos (producción 1983/84) de los cuales 287 correspondieron a *Pinus montezumae*, 133 a *P. pseudostrobus* y 39 a *P. michoacana*. Mediante el cálculo del promedio de semilla llena es posible evaluar con mayor certeza los daños

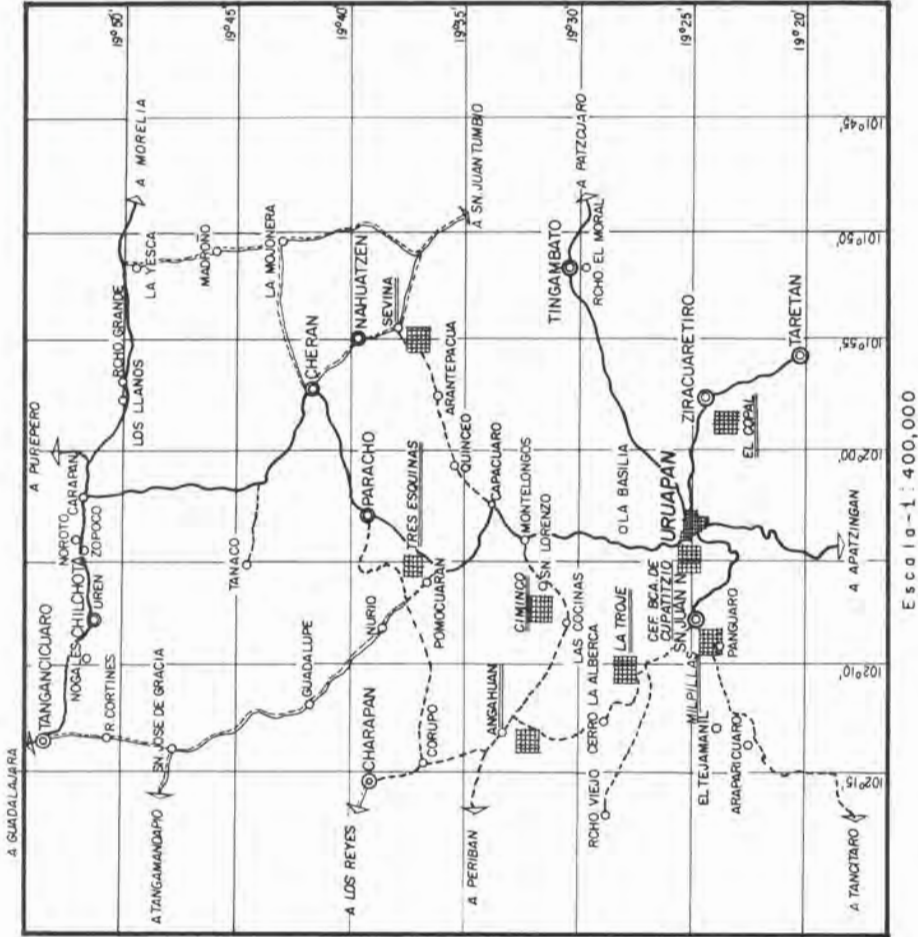


Figura 1. Rodales bajo observación de daños de *Megastigmus albifrons* W. (Hymenop. torymidae) en la Sierra Purépecha, Mich.

o la destrucción de la semilla por la avispa, que si se cuantificaran los conos dañados, ya que de esta forma se toma esa cuenta a una semilla dañada que se encuentre en un cono.

El cálculo de los porcentajes de semilla infestada (Meso, 1978) se debe obtener con base en la cantidad de semilla llena, ya que el insecto no se desarrolla en semilla vacía, aparte de que es la que interesa por tener mayor probabilidad de germinar.

El otro procedimiento consistió en coleccionar conos secos del suelo, para obtener en forma indirecta la semilla que fue dañada por la avispa, ya que las emergencias del insecto quedan registradas con las perforaciones que se advierten en la cara externa de las brácteas de los conos. Los promedios de producción de semilla obtenidos en las cuantificaciones hechas en los conos verdes, sirvieron para inferir los grados de infestación en los conos secos.

Esta metodología se llevó a cabo debido a que durante el año en que se hizo la evaluación (1983/1984), la producción de conos fue escasa y se coleccionaron conos secos de la producción 1982/1983. De esta forma alcanzaron un total de 4,140, correspondiendo 2,680 a *Pinus montezumae*, 1200 a *P. pseudostrobus* y 260 a *P. michoacana*.

RESULTADOS

Ciclo biológico general de *Megastigmus albifrons* Walker (Hymenóptera. Torymidae).

Adulto. Los adultos aparecen al final del invierno y principios de la primavera, al término de la cual las hembras han efectuado sus oviposiciones en los conos verdes que entran en su segundo año de desarrollo. Para realizar esta operación, las hembras usan el oviscapto introduciéndolo a través de las brácteas tiernas de los conos, y ovipositando de uno a varios huevecillos en el interior de la semilla en formación, desarrollándose solamente una larva, lo cual coincide con lo señalado en la literatura (Hedlin, *et al.* 1980). El adulto al momento de emerger, tiene el hábito de formar un pequeño orificio en la testa de la semilla situado en la parte apical que une al ala* (Figura 2).

La emergencia de los adultos coincide con el período de maduración del cono, aunque pueden hacerlo cuando este aún no abre, o durante el proceso de apertura. En Hedlin *op. cit.* mencionan únicamente a *Megastigmus grandiosus* (Y) como emergente en conos cerrados.

* No se debe confundir con las semillas que presentan dos pequeños orificios opuestos, ya que éste es indicativo del ataque al interior de la semilla por la larva de *Cydia* sp. (Lepidóptera: Olethreutidae).



Figura 2. Semillas de *Pinus montezumae* atacadas por *Megastigmus albifrons* (W) donde se aprecian las emergencias del insecto.

La mayor parte de las emergencias suceden desde principios de diciembre hasta finales de febrero del siguiente año, y un remanente de la población lo hace incluso en el mes de abril. Se observa por lo general que los machos lo hacen primero que las hembras. Se desconoce la longevidad de los adultos y el comportamiento durante la cópula.

Larva, prepupa y pupa. La larva se alimenta del interior de la semilla tierna, desde principios del mes de abril hasta finales de septiembre (Figura 3), período durante el cual completa su desarrollo* para iniciar un estado aparente de reposo llamado prepupa, el cual en un principio se caracteriza por la eliminación de excremento y porque el cuerpo se torna más curvo.

El estado de prepupa se prolonga hasta los primeros días del mes de diciembre; para entonces, el insecto sufre otra metamorfosis en la cual se observa un desarrollo gradual de los esbozos alares dentro del protórax, la cabeza del adulto se va tornando visible, ya

* Cuando ocurren fallas en la polinización, el endospermo de la semilla no se desarrolla, y en estos casos la larva al eclosionar no puede sobrevivir, debido a que carece del alimento necesario.

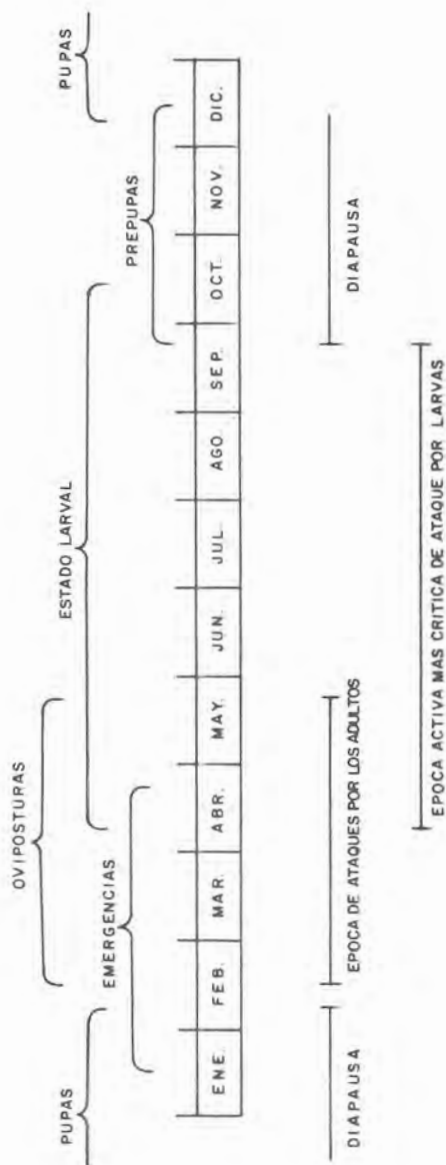


Figura 3. Fases biológicas de *Megastigmus albifrons* W. que se presentan anualmente dentro de la Meseta Tarasca, Michoacán.

que los ojos van adquiriendo una coloración rojiza que conservan en estado adulto. A este estado se le llama pupa y se observa principalmente durante los primeros días del mes de diciembre y a finales de febrero del siguiente año.

Un mínimo de la población se mantiene por un período prolongado en estado de pupa y a este fenómeno se le llama diapausa, y se asegura la sobrevivencia de la avispa, en años donde la producción de conos en los hospederos es baja; de acuerdo con las observaciones de conos, el período de dipausa en *M. albifrons* (W), se puede prolongar incluso por dos años.

Huevo. El estado de huevecillo tiene una duración muy corta, y eclosiona a la semana de postura. En la Figura 3 se puede apreciar el ciclo biológico general del insecto, y en la Figura 4 la forma de sus estados de desarrollo.

Evaluación de daños por *Megastigmus albifrons* (W).

Los muestreos efectuados, tanto en disecciones de conos verdes previos a su maduración, como de conos secos colectados del suelo en las diferentes localidades donde se encuentran las tres especies hospederas del insecto, nos permitieron obtener los grados promedio de infestación por la "avispa de la semilla de los pinos".

Con el primer tipo de muestreo, de un total de 459 conos muestreados de las tres especies hospederas de la avispa, se extrajeron 30,979 semillas llenas de las cuales el 31.5% estaban destruidas por el insecto (ver Cuadro 1).

Tomando en cuenta los promedios así obtenidos de semilla llena por cono para los tres hospederos, se calcularon los porcentajes de semilla destruida para el 73% de los conos secos atacados que se colectaron del suelo (3,020 infestados en un total de 4,140 muestreados), considerando para ello los promedios de emergencias por cono. Para los conos de *Pinus montezumae* se registraron como mínimo dos y máximo 91, con una media de 18.2 emergencias por cono, en *P. pseudostrobus* de uno hasta 48 emergencias (media = 9.9) y en *P. michoacana* de uno hasta 62 emergencias por cono, con una media de 12.4. Así se infirió que el 28% de las semillas llenas de *P. montezumae*, estaban afectadas y el 14 y 16.2% para *P. pseudostrobus* y *P. michoacana*, respectivamente (Ver Cuadros 2 y 3).

El porcentaje promedio de semilla llena infestada por *Megastigmus albifrons* (W), de acuerdo con los datos obtenidos mediante los dos métodos de colecta fue del 27.4% (Cuadros 4 y 5).

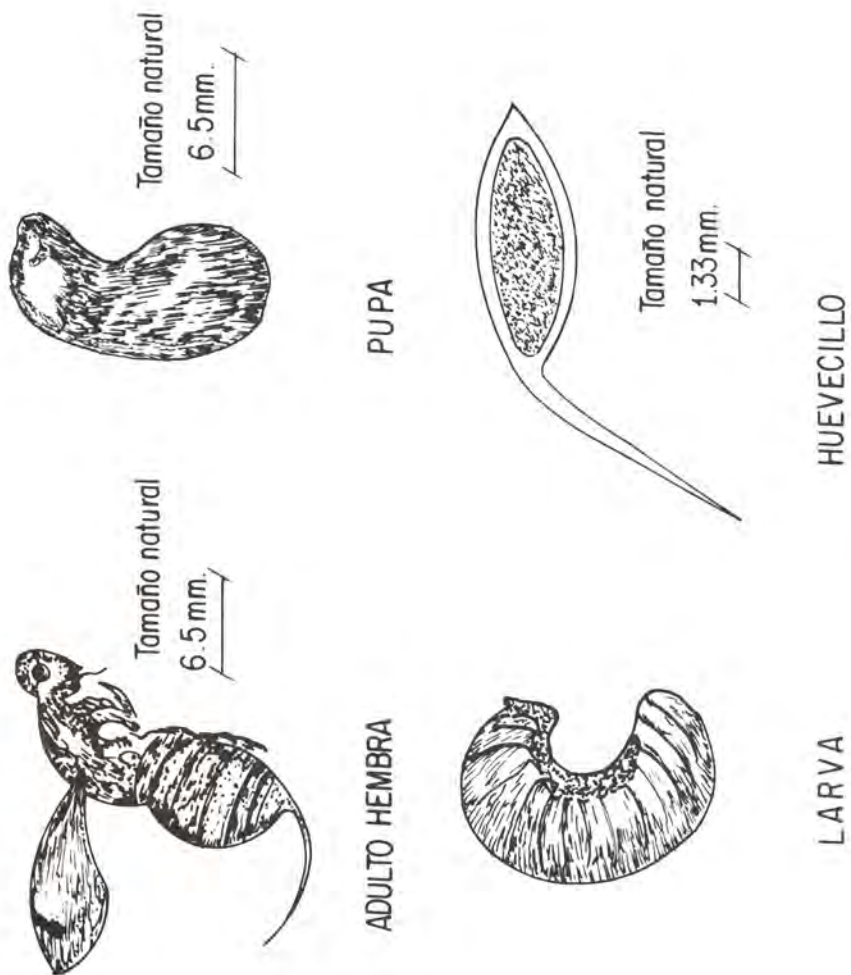


Figura 4. Estados de desarrollo de *Megastigmus Albifrons* (W.)

CUADRO 1. PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE *Mesgastignus albifrons* (W) EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE CONOS VERDES DISECTADOS DE LA SIERRA DE JUÁREZ, BAJA CALIFORNIA.

Hospedero	Conos examinados	Promedio de Semillas llenas por cono.	Semillas llenas atacadas.	Semillas llenas no atacadas.	Total de Semillas llenas	Semillas llenas atacadas. (%)
<i>P. montezumae.</i>	287	65.0	5,521	13,114	18,635	29.6
<i>P. pseudostrobilus.</i>	133	70.4	3,595	5,769	4,364	38.3
<i>P. michoacana.</i>	39	76.4	667	2,313	2,980	22.3
Totales:	459	67	9,783	21,196	25,979	31.5%

CUADRO 2. PORCENTAJES DE INFESTACIÓN DE *Megastigmus albifrons* (W) EN CONOS EXAMINADOS, COLECTADOS DEL SUELO EN LA SIERRA DE JUÁREZ, BAJA CALIFORNIA.

Hospedero	Conos colectados	Conos infestados	Porcentaje de infestación
<i>P. montezumae.</i>	2,680	1,930	72.0
<i>P. pseudostrobus.</i>	1,200	880	73.3
<i>P. michoacana.</i>	260	210	80.7

CUADRO 3. PORCENTAJES DE INFESTACIÓN DE *Megastigmus albifrons* (W) INFERIDO, EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS LLENAS DE CONOS COLECTADOS DEL SUELO EN LA SIERRA DE JUÁREZ, BAJA CALIFORNIA.

Hospedero	Promedio de semilla llena por cono. (ver Cuadro 2)	Emergencias por cono (de 3,020 conos infestados)			Porcentaje de semillas llenas infestadas.
		Mínima	Máxima	Promedio.	
<i>P. montezumae.</i>	65.0	1	91	18.2	28.0
<i>P. pseudostrobus.</i>	70.4	1	48	9.9	14.0
<i>P. michoacana.</i>	76.4	1	62	12.4	16.2

CUADRO 4. INFERENCIA DE LA INFESTACIÓN DE *Megastigmus albifrons* (W) EN LOS 3,020 CONOS ATACADOS, SEGÚN MUESTREO EN SUELO.

Hospedero	Conos atacados	Semillas* (total)	Semillas atacadas	Porcentaje de semillas atacadas.
<i>P. montezumae</i>	1,930	125,830	35,126	28.0
<i>P. pseudostrobus</i>	880	61,952	8,712	14.0
<i>P. michoacana</i>	210	16,044	2,604	16.2
Total	3,020	203,826	46,442	

* Las cantidades de semilla para cada especie se obtuvo con base en los promedios de semilla llena por cono verde disectado (ver Cuadro 1).

CUADRO 5. EFECTO DE *Megastignus albifrons* (W) EN LA PRODUCCIÓN TOTAL DE SEMILLAS, EN LOS DOS TIPOS DE MUESTREO EFECTUADOS EN LA SIERRA DE JUÁREZ, BAJA CALIFORNIA.

Hospedero	Conos	Semilla llena	Semilla llena atacada	Porcentaje de semilla llena atacada.
<i>P. montezumae</i>	2,967	193,448	55,483	28.6
<i>P. pseudostrobus</i>	1,333	93,843	25,327	26.9
<i>P. michoacana</i>	299	22,843	4,395	19.2
Total	4,599	310,134	85,205	27.4

DISCUSION

En el estudio del ciclo biológico de *Megastignus albifrons* (Walker) no se determinó el número de estadios larvales, ya que fue imposible observar el momento exacto en que la larva cambia de un estadio a otro, así como diferenciar en el microscopio las exuvias, debido a que se confundían con el excremento o con el contenido del endospermo de la semilla, aunque en los antecedentes que existen al respecto, Hussey (1955) observó cinco estadios en *M. spermotrophus* (Wachtl) y probablemente *M. albifrons* presente la misma cantidad.

Respecto al período de emergencia de los adultos Hedlin (1980) mencionó que *M. grandiosus* (Y) emerge cuando el cono de sus hospederos se mantiene aún cerrado, esta condición se da ocasionalmente en *M. albifrons* (W), cuya avispa aparte de perforar la testa de la semilla tiene que hacerlo también en las brácteas del cono, las cuales le impiden el libre paso hacia el exterior.

La pérdida de semilla buena producida en nuestros bosques naturales ocasionada por *M. albifrons* en las tres especies hospederas se agudiza, ya que en muchas ocasiones, en los conos que tienen evidencia externa de semilla destruida por esta avispa se presentan ataques por otro insecto carpófago de suma importancia en la región. *Conophthorus conicolens* (Wood) (Coleopt: Scolytidae), originando que la cantidad de semilla llena destruida pueda ser muchas veces superior al 27.4%, promedio obtenido en este trabajo.

Aunque los estudios de Kristek (1967) y Annala (1982, 1984) sobre fluctuaciones de poblaciones de *M. spermotrophus* (W) y *M. strobilobius* no revelan una relación directa

entre las poblaciones de estas especies con la producción de conos de los árboles hospederos, en el caso de *M. albifrons* (W) en la región de estudio se presume una situación similar, ya que después de dos años de aparente baja producción de conos (cosecha 82/83 y 83/84), los porcentajes de infestación se mantuvieron similares al obtenido (27.4%), ya que posterior a este estudio, se observó a fines de 1985 y principios de 1986, una gran producción de conos de las tres especies hospederas, y de un lote de 6,000 semillas de *Pinus montezumae* el 20% presentó emergencias por el insecto, sin haber eliminado de dicho muestreo la semilla vana, que en ocasiones alcanza porcentajes muy altos. Por ejemplo, Bello (5, 1983) estimó un 33.1% de semilla vana *Pinus michoacana*, var. *comuta*. Si tomáramos en cuenta el porcentaje anterior para la muestra de 6,000 semillas, tendríamos un porcentaje de daños hipotéticos del 29.8%, muy aproximado al obtenido en este trabajo.

Las medias de semilla llena por cono en las tres especies de pino (para *P. montezumae*: 65 y 70.4 para *P. pseudostrobus* y 76.4 para *P. michoacana*) se consideran válidos únicamente en esos sitios de colecta (ver Figura 1), y la cantidad total de conos verdes muestreados (459) se considera representativa, ya que Bramlett *et al.* (1977) mencionó de 25 a 100 conos como suficientes por huerto semillero o rodal para obtener la eficiencia de semilla. Por lo antes citado, la estimación que se hizo de esas medias de semilla llena por hospedero se consideran entonces válidas para los otros 4,140 conos secos colectados del suelo, por lo que el 27.4% global de infestación es aceptado, porcentaje de pérdida en la viabilidad que se puede presentar en los viveros donde se produce planta de las especies hospederas de *M. albifrons* (W), sobre todo cuando la siembra se efectúa antes de que emerjan los adultos, ya que antes no existe evidencia externa del daño.

Es necesario señalar también que este porcentaje de daño es conservador, ya que si consideramos éste en función de la semilla viable, seguramente que los daños serían mayores, por lo que se concluye que el insecto es importante como agente destructor de la semilla en sus tres hospederos, en la región purépecha.

Puesto que el promedio de semilla llena por cono en las tres especies hospederas de la avispa es de 67 y teniendo en cuenta que el rango de emergencias observado en éstas (mínima uno, máxima 91, ver Cuadro 5), nos dió un porcentaje general de ataque del 27.4% en semilla llena, tenemos que en aquellas áreas donde de 20 conos* colectados del suelo se aprecie un número mayor a 335 orificios de emergencia (25% del daño), se deben llevar a cabo medidas de control químico o manejo para atenuar los daños y así disminuir los efectos en la regeneración natural de dichos lugares, o bien, hacer más efectivos los programas de recolección de semilla.

* Tamaño de muestra válido para un árbol, según Kinzer *et al.* (1972).

Por otra, se piensa que aquellos sitios donde se presentan altos índices de ataque del insecto (localidad Sebina, con un máximo de 91 emergencias en un cono (ver Cuadro 3 y Figura 1), pudieran ser indicadores de rodales con buenos potenciales de semillación, si tomamos en cuenta que el promedio de semilla llena por cono en *Pinus montezumae* fue de 65 y en las tres especies hospederas de 67.

CONCLUSIONES

- 1.- El ciclo biológico de *Megastigmus albifrons* (Walker) (Hymenóptera: Torymidae), presenta una generación anual bien definida en la Meseta Tarasca, Mich., Las emergencias se observaron durante los meses de enero y abril de cada año, el estado de huevecillo dura aproximadamente una semana y el larval se encuentra prácticamente en el interior de las semillas de sus hospederos desde principios del mes de abril hasta fines de septiembre, y el estado de prepupa aparece y termina hasta el mes de diciembre, época en que el estado de pupa es notorio.
- 2.- El período conocido como dipausa, se prolonga en esta especie hasta dos años, sobre todo en los años donde se presenta baja producción de conos en sus hospederos.
- 3.- Tomando en cuenta que el 27.4% de la semilla llena de las tres especies de pino hospederos del insecto es destruida, los programas de recolección de semillas efectuados en áreas naturales con fines diversos, resultan en muchas ocasiones ineficaces en aquellos lugares donde se advierten los ataques de este insecto, por lo que se hace cada vez más necesaria la implementación de estudios que tengan como objetivo el establecimiento de huertos semilleros, donde aparte de obtener semilla de pinos de mejor calidad, se puedan llevar a cabo más fácilmente programas de control de insectos carpófagos.
- 4.- Se sugiere probar métodos de control biológico para la "avispa de la semilla", como pueden ser por ejemplo, la cría y liberación de la avispa *Syntomosphyrum* sp (Hymenóptera: Eulophidae), que tiene antecedentes como agente de control natural de *Megastigmus albifrons* (W).

LITERATURA CITADA

- ANNILA, E. 1981. Fluctuations in cone and seed insect populations in Norway Spruce. *Commun. Inst. For. Fenn.* 101:1-32.

- . 1982. Diapausa an population Fluctuations in *Megastignus specularis* (Walley) and *M. spermotrophus* (Watchl) (Hym: Torymidae). *Ann. Ent. Fem.* p. 33-36.
- . 1984. *Population fluctuation of some cone and seed insects in Norway Spruce*. Proceedings of the cone and seed insects. Working party conference. Working party S2.07-01. p. 57-64.
- ARCEO, R. 1980. *Evaluación de los factores de mortalidad en la producción del área sembrera de "San Juan Tetla" Puebla*. Tesis Profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo. México.
- BELLO, M.A. 1983. *Estudio fenológico de 5 especies de Pinus en la región de Uruapan, Mich.*, México. Tesis Profesional. UNAM Fac. Ciencias. 67 p.
- BRAMLETT, D.L. 1974. *Seed potential and seed efficiency*. Proceedings of a colloquium seed yield from southern pine seed Orchards. Held at Georgia Forestry Center. Macon, Georgia. p.1-7.
- BRAMLETT, D.L.; BELCHER, JR., E.W.; DEBARR, G.L.; HERTEL, G.D.; Karrfalt, R.P.; LANTZ, C.W.; MILLER, T.; WARE, K.D.; YATES III, H.O. 1977. *Cone Analysis of southern Pines*. A GUIDEBOOK. General Tech. Rep. SE-13. USDA-Forest Service. 28 p.
- DEBARR, G.L., BARBER, L.R.; MAXWELL, A.B., 1982. Use of carbofuran for control of eastern white pine cone and seed insects. *Forest Ecol. Manage.* 4:1-18.
- DEL RÍO, M.A. 1980. Identificación de las principales plagas de conos de *Pinus* spp. del Campo Experimental Forestal "Barranca de Cupatitzio" Uruapan, Mich. México INIF. SARH. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. *Rev. Cien. For.* 5 (27): 17-42.
- . 1983. *Insectos que afectan la producción de semilla en las especies de la Meseta Tarasca*, Michoacán. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 37 p. (Boletín técnico No. 97).
- FOGAL, W.H. *Bionic sketches of insects and fungal pests of cones and seeds of forestry trees in Canada East of the Rockies*. Inf. Rep. PS-X-72. Petawa For. Exp. St. Can. For. Serv. Chalk River, Ontario. 17 p.

- HEDLIN, A.F.; YATES III, H.O.; CIBRIAN TOVAR, D.; EBEL, B.H., KOERBER, T.W.; MERKEL, E. 1980. *Cone and seed insects of North American Conifers*. Canadian Forestry Service. USDA Forest Service. México. SARH 122 p.
- HUSSEY, N.W.; B. Sc., FRES 1955. The life histories of *Megastigmus spermotrophus* Watchl. (Hym: Chalcidoidea) and its principal parasite, with descriptions of the develop mental stages. London. *Trans. R. Ent. Soc. Lond.* 106: 133-151.
- KINZER, H.G.; RIDGILL, B.J. and WATTS, J.G. 1972. *Seed and cone insects of ponderosa pine*. New Mex. State University Bull. 595. 36 p.
- KRISTEK, J. 1967. The ocurrence of *Megastigmus spermotrophus* Watchl (Hym: Torymidae). *Facultas Silviculturae. Checoslovaquia.* p. 275-286.
- MESO, S.W. 1978. *Douglas-Fir cone and seed insects*. Tree seed training packet handout No. 4. For. Insect and Dis. Manag. Portland, Oregon, 18 p.
- MILLIRON, H.E. 1949, Taxonomic and biological investigations in the genus *Megastigmus*, with particular reference to the taxonomy of the nearctic species (Hymenóptera: Chalcidoidea: Callimonidae). *Am. Midl. Nat.* 41(2). 257-420.
- NIEMBRO, E.A.-1986. *Mecanismo de reproducción sexual en pinos*. Ed. Limusa. México. 130 p.

INSECTOS FORESTALES EN LA SIERRA DE JUAREZ, BAJA CALIFORNIA.

Blas Enrique DIAZ ORTIZ*

INTRODUCCION

La protección de las áreas forestales es primordial para la conservación del bosque. Entre los agentes que lo destruyen se encuentran un complejo grupo de insectos que se alimenta de especies vegetales forestales durante todo su desarrollo. Los daños ocasionados van desde la producción de semillas, germinación, establecimiento de renuevos, reducción del incremento en diámetro y altura del arbolado, hasta la muerte del mismo, afectando también el producto forestal terminado. De manera que la combinación de diferentes daños, da como resultado pérdidas ecológicas y económicas.

Por lo anterior, es importante conocer a las especies de insectos que se encuentran en los bosques, en particular, los del estado de Baja California, que cuenta con una superficie mínima arbolada, pero es fundamental para el desarrollo de la zona costera del estado; una de estas áreas arboladas es la Sierra de Juárez. La finalidad del presente trabajo es conocer a los insectos que tienen su hábitat en esta zona forestal.

ANTECEDENTES

Los estudios entomológicos forestales en las Sierras de Baja California son escasos ya que al realizar una revisión bibliográfica, sólo se encontró que Becerra *et al*, mencionaron algunos barrenadores como *Ips bonansae*, *I. cribicollis*, *Xyleborus* sp. y *Gnathotricus* sp. y Wood en 1980 reportó que miembros de la familia Scolytidae estaban presentes en este estado de la República.

* Ing. Agr. Investigador del Programa Protección Forestal. Campo Experimental "Costa de Ensenada" - CIFAP Baja California - INIFAP - SARH.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

Localización. La zona de estudio estuvo constituida por el área arbolada de coníferas y encinos de la Sierra de Juárez, situada en la parte norte central del estado de Baja California, a 55 km, aproximadamente, por la carretera Ensenada-San Felipe y 30 km en dirección noreste (Figura 1), sus coordenadas y altitud corresponden a: 31° 37' a 32° 40' latitud norte, 115° 40' a 116° 20' longitud oeste y 600 a 800 msnm.

Suelos. En su mayor parte es de origen granítico, presenta textura migajón-arenosa y arcillo-arenosa en menor grado, su estructura es de tipo granular y blocosa subangular, de consistencia friable o suelta, un pH que varía en los suelos más profundos, de 6 a 7.5; y en suelos someros y medios de 7 a 8. El nivel freático se encuentra entre los 4.5 a 9 m de profundidad. (Depto. de Conservación, Suelos y Aguas-SARH). La coloración es pardo-oscuro en húmedo y de colores claros en seco.

El perfil muestra horizontes con límites claramente marcados y compactos, el drenaje interno varía de medio a rápido, y el escurrimiento superficial es lento. A pesar de ser suelos bien drenados, es notable la erosión hídrica de tipo laminar y eólica.

La materia orgánica en la zona de bosques es de regular abundancia, y de forma superficial, con un grado bajo de descomposición (hojarasca).

Topografía. En la zona norte, se encuentran valles y cerros, los primeros alcanzan hasta 4% de inclinación y la parte cerril presenta inclinaciones hasta del 30%. En la zona sur, la parte cerril es menos accidentada. La parte oeste presenta lomeríos bajos y medianos con pendientes que varían del 8% al 25%, en esta área se presentan bajíos, ciénegas y arroyos. La parte este está compuesta de fallas con cerros que alcanzan hasta 70% de inclinación, con algunos pequeños valles intermontanos. La porción central es plana, comprendida por valles y arroyos, aunque presentan partes cerriles muy pequeñas (Co. Te. Co. Ca-SARH).

Clima. El clima que caracteriza a la Sierra de Juárez, es de tipo mediterráneo. En las zonas norte, este y oeste el clima es templado húmedo con régimen de lluvias en invierno y verano, este último es fresco y largo. Su temperatura media es de 16.5°C en el mes más caliente y con oscilación isotermal entre 7 y 14, la temperatura media anual es de 12.9 C. Su fórmula climática es Csb (e). La precipitación media anual es de 401.8 mm. La zona sur tiene un clima templado húmedo con verano caliente, la temperatura media del mes más caluroso es de 22 C y oscilación isotermal extremosa, su fórmula climática es

C sa (e). En esta zona existe una área con clima seco estepario, semicálido con invierno fresco y con clima tipo BS h (e) con precipitación media anual de 345.5 mm y temperatura media anual de 11.67 C (División de Hidrometría - SARH. Estaciones #12, 22, 53 y 39).

Vegetación. La parte norte comprende básicamente el bosque aciculifolio y en menor grado matorral alto esclerófilo; con especies de pinos piñoneros, que forman masas compactas en alturas aproximadas a 1,200 msnm. Las especies dominantes son: *Pinus quadrifolia*, Chamizo Colorado (*Artemisia tridentata*) e hierba de la víbora (*Gutierrezia sarathrae*). Otras especies que existen en esta zona son: *Pinus monophylla*, *P. cembroides*, *P. ponderosa*, *P. jeffreyi*, Encinos (*Quercus agrifolia*, *Q. wislizenii*), Manzanita (*Arctostaphylos paniana*), Maderita (*Eriogonum* sp.), Frijolillo (*Lupinus* sp.), *Bromus tectorum*, *B. rubens* y *Erodium cicutarium*, reportado por Wiggins en 1980.

La zona sur presenta un tipo de vegetación de bosque aciculifolio asociado con bosque escuamifolio en altitudes que varían de 1,200 a 1,300 msnm. Las especies de árboles presentes son *Pinus ponderosa*, *P. jeffreyi*, *P. quadrifolia*, *P. cembroides*, *Libocedrus decurrens* y *Quercus*; otras especies existentes son Guata (*Juniperus californica*) Maderita (*Eriogonum fasciculatum*), Chamizo cenizo (*Artemisia tridentata*), Encinos (*Quercus agrifolia*, *Q. wislizenii*), Manzanita (*Arctostaphylos pringlei*, *A. patula*), *Bromus rubens* y *B. tectorum* reportado por Wiggins en 1980.

La zona oeste presenta vegetación del tipo de matorral esclerófilo con pequeñas áreas de bosques aciculifolio. Las especies arbóreas aquí presentes son: *Pinus ponderosa*, *P. jeffreyi*, *P. coulteri* y *P. quadrifolia*. Otras especies vegetales que ahí se observan son Vara Prieta (*Adenostoma fasciculatum*), Brasilillo (*Ceanothus* sp), Chamizo Colorado (*Adenostoma sparcifolium*), Alfilerillo (*Erodium cicutarium*) y Mangle (*Rhus ovata*).

Las zonas este y centro son muy similares en vegetación, predominando en la primera los pinos piñoneros *Pinus quadrifolia*, *P. monophylla*, y en la parte centro *P. jeffreyi*, *P. ponderosa* y *P. coulteri*. Otras especies presentes son *Libocedrus decurrens*, *Quercus* spp, Alfilerillo (*Erodium cicutarium*) y Mangle (*Rhus ovata*).

De acuerdo con la distribución de las especies de coníferas, se seleccionaron los lugares para observación y colecta de insectos (Cuadro 1).

El trabajo se hizo con recorridos de observación en los lugares seleccionados para cada especie, buscando individuos perturbados o con evidencias de presencias de insectos. En *Pinus jeffreyi*, *P. ponderosa*, *P. coulteri* y *P. quadrifolia*, se realizaron también transectos con intervalos variables de 100 a 500 m de acuerdo con el tamaño del rodal. Cada intervalo fue tomado como sitio, que consistió de cinco árboles. En el caso de *Pinus cembroides*, *P. monophylla*, *Libocedrus decurrens* y *Quercus* sp., no fue posible hacer estos

transectos debido a que estas especies se encuentran en grupos muy reducidos o como individuos aislados, por lo que la detección de insectos se hizo únicamente con base en los recorridos que se mencionaron al inicio.

El procedimiento para la detección y colecta de insectos fue el siguiente:

Tronco: Fueron cortadas con machete capas de corteza de tamaño variable, preferentemente en árboles o postes con disturbios.

Frutos: Se colectaron 10 conos por árbol, seleccionando los que presentaban irregularidades o deformaciones.

Hojas: Se utilizó red entomológica, golpeteo de semillas y corte de las mismas.

Simultáneamente se tomaron datos del tipo y grado de daño, y hábitos del insecto.

CUADRO 1. LOCALIZACIÓN DE LOS SITIOS DE COLECTA DE INSECTOS EN CONÍFERAS Y ENCINOS EN LA SIERRA DE JUÁREZ, BAJA CALIFORNIA.

Espece vegetal	L u g a r
<i>Pinus cembroides</i>	Rancho San Luis
<i>Pinus monophylla</i>	
<i>Pinus quadrifolia</i>	Picachos
<i>Pinus coulteri</i>	La Sierrita San Faustino
<i>Pinus jeffreyi</i>	Parque Nacional Constitución de 1857
<i>Pinus ponderosa</i>	San Faustino
<i>Libocedrus decurrens</i>	El Alacrán La Matanza
<i>Quercus spp</i>	Rancho San Luis La Huertita

Insectos colectados

De acuerdo con el grado de daño que los insectos detectados ocasionan actualmente en la Sierra de Juárez, se dividieron dos grupos:

El primero (Cuadro 2) comprendió los insectos que ocasionaron los daños más severos en el área de estudio; ambos factores se describen a continuación.

Orden Coleoptera

Es el orden más grande, contiene aproximadamente el 40% de las especies conocidas. Su principal característica es el poseer un par de alas, llamadas élitros engrosadas y endurecidas, por lo general se unen en una línea recta media dorsal. El segundo par de alas es membranoso, generalmente más grande que el primero. Las alas frontales sirven de protección y las segundas las utilizan para volar. Las partes bucales son de tipo masticador, presentan metamorfosis completa.

Familia Scolytidae. Se considera como el grupo más destructivo en áreas forestales como lo reporta Bland en 1978. Esta familia comprende a descortezadores y barrenadores. Los adultos son de forma cilíndrica, con un tamaño que varía de 1 a 10 mm. La coloración puede ser café, café-rojiza y oscuro. La cabeza no puede ser observada cuando son vistos desde arriba; poseen élitros estriados y algunos miembros presentan declive en la parte terminal de éstos. Las larvas son ápodas, y de color blanco.

Ips integer (Eichhoff) (Coleoptera. Scolytidae)

Hospederos: *Pinus jeffreyi*, *P. ponderosa*, *P. quadrifolia*, *P. coulteri*, *P. monophylla* y *P. cembroides*.

Los adultos son de forma cilíndrica, de color negro brillante, con una longitud que varía de 4.5 a 5 mm; presentando un declive eliteral, en el cual poseen cuatro espinas en cada margen lateral (Figura 2). En la porción frontal presentan una arruga o borde prominente, los mazos antenales con suturas bien marcadas y anguladas en su parte media. Las larvas son ápodas, de 3 a 4 mm de longitud y con cabeza oscura. Los huevecillos son de color blanco claro.

Daño

Los árboles que presentan disturbios son los frecuentemente atacados, confirmando lo mencionado por Furniss y Carolin en 1977, aunque los individuos sanos también lo son. Los daños ocasionados varían desde la muerte de la porción superior de sus

CUADRO NO.2 PRINCIPALES INSECTOS QUE AFECTAN LAS ESPECIES ARBOREAS EN LA SIERRA DE JUAREZ, B.C.

Orden	I n s e c t o			Hospedero	Ubicación del daño
	Familia	Género	Especie		
Coleoptera	Scolytidae	<i>Dendroctonus</i>	<i>valens</i>	<i>Pinus spp</i>	Floema y cambium
Coleoptera	Scolytidae	<i>Ips</i>	<i>integer</i>	<i>Pinus spp</i>	Floema y cambium
Coleoptera	Scolytidae	<i>Ips</i>	<i>pini</i>	<i>Pinus spp</i>	Floema y cambium
Coleoptera	Scolytidae	<i>Conophthorus</i>	<i>monophyllae</i>	<i>Pinus monophylla</i>	Semillas y escamas
Coleoptera	Scolytidae	<i>Conophthorus</i>	<i>sp.</i>	<i>Pinus cambroides</i>	Semillas y escamas
Coleoptera	Curculionidae	<i>Curculio</i>	<i>occidentis</i>	<i>Quercus spp.</i>	Bellotas
Coleoptera	Buprestidae	<i>Agrius</i>	<i>angelicus</i>	<i>Quercus spp.</i>	Floema y cambium
Hymenoptera	Torymidae	<i>Megastigmus</i>	<i>albifrons</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	Semillas
				<i>Pinus jeffreyi</i>	
Lepidoptera	Gelechiidae	<i>Coleotechnites</i>	<i>milleri</i>	<i>Pinus quadrifolia</i>	Hojas
Lepidoptera	Olethreutidae	<i>Laspeyresia</i>	<i>miscitata</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	Semillas
				<i>Pinus jeffreyi</i>	
Lepidoptera	Olethreutidae	<i>Laspeyresia</i>	<i>injectiva</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	Semillas
				<i>Pinus jeffreyi</i>	
Lepidoptera	Olethreutidae	<i>Eucosma</i>	<i>ponderosa</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	Semillas y escamas
				<i>Pinus jeffreyi</i>	
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Dioryctria</i>	<i>abietivorella</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	Semillas y escamas
				<i>Pinus jeffreyi</i>	
				<i>Pinus quadrifolia</i>	
Lepidoptera	Yponomeutidae	<i>Argyresthia</i>	<i>libocedrella</i>	<i>Libocedrus decurrens</i>	Semillas
Lepidoptera	Olethreutidae	<i>Melissopus</i>	<i>latiferranus</i>	<i>Quercus spp</i>	Semillas
Lepidoptera	Sesliidae	<i>Vespanimia</i>	<i>sequotiae</i>	<i>Pinus spp</i>	Bifurcaciones



Figura 2. Adulto de *Ips Integer*

hospederos como ocurre en *P. jeffreyi* y *P. ponderosa* (Figura 3), hasta la eliminación completa de los árboles, esto último cuando se asocia con otros descortezadores principalmente *I. pini*. El primer síntoma de ataque son la aparición de pequeños grumos de resina con un polvo ligero alrededor de estos, posteriormente, el ataque se evidencia por la coloración amarillenta que adquiere el follaje de la parte atacada del árbol.

Furniss y Carolin en 1977 indicaron que el primero en ingresar es el macho y posteriormente las hembras en número de tres a cuatro después de aparearse, cada hembra realiza una galería perpendicular a la galería paterna. Las galerías construídas



Figura 3. Árboles de *P. jeffreyi* afectados por *Ips integer* e *I. pini* en su tercio superior.

por las hembras son de forma aserrada; a lo largo de esta son puestos en promedio 56 huevecillos por hembra. Los cuales eclosionan en aproximadamente cuatro a seis días durante el verano y de 9 a 12 días en la primavera y otoño. En los meses de julio y agosto la larva madura en un lapso de 25 a 30 días, para pupar en la corteza; los adultos emergen en los meses indicados en un término de 8 a 10 días, haciendo perforaciones en la corteza y atacando árboles contiguos. Se presentan más de dos generaciones por año.

Ips pini (Say) (Coleoptera: Scolytidae)

Hospederos: *Pinus jeffreyi*, *P. ponderosa*, *P. coulteri*, *P. quadrifolia*, *P. monophylla* y *P. cembroides*.

El adulto es de color café-rojizo a oscuro, con una longitud de 3.5 a 4.2 mm, con cuatro espinas muy similares en tamaño en cada margen lateral del declive elitral posterior (Figura 4), la segunda y tercera espinas están unidas en su base por una curva muy aguda. La larva es blanca con cabeza oscura, tipo curculioniforme y con una longitud de aproximadamente 3 mm. La pupa inicialmente es de color blanco y gradualmente torna a café-oscuro.



Figura 4. Ejemplar adulto de *Ips pini*.

Daño

Los adultos hibernan como adultos, cuando la temperatura empieza a elevarse en la primavera, emergen atacando de preferencia las porciones superiores *Pinus jeffreyi* y *P. ponderosa* (Figura 5); así también ataca individuos pequeños de *Pinus quadrifolia* a los cuales les causa la muerte. Los síntomas de ataque son muy similares a los de *Ips integer*, pero *I. pini* es más prolífico, un macho se aparea hasta con seis hembras, coincidiendo con lo reportado por Furniss y Carolin en 1977. Así también las galerías son de mayor longitud, en estos son puestos un promedio de 48 huevos. El ataque es a grupos de árboles, siendo más severo a finales del verano y principios del otoño; para el desarrollo de una generación ocupa un promedio de 30 días, presentando más de tres generaciones por año, según sean las condiciones.

Conophthorus monophyllae Hopkins (Coleoptera: Scolytidae)

Hospedero: *Pinus monophylla*

El adulto es un escarabajo de color negro, con un tamaño aproximado a 2 mm, con líneas de pelos erectos sobre los élitros, estos presentan en su parte posterior un declive



Figura 5. Individuo de *P. jeffreyi* con la porción muerta efecto del ataque de *I. integer* e *I. pini*.

leve (Figura 6). La larva es de color blanco, con cabeza café claro y en forma de C, con una longitud de 3 mm. La pupa es de color obscuro cuando está próxima la emergencia del adulto.

Daño

Los adultos emergen de meristemos, conillos y conos de segundo año de desarrollo a finales de la primavera para atacar conos de segundo año de desarrollo, a los cuales penetran por la base y dentro de ellos ovipositan. Las larvas al emerger se alimentan de



Figura 6. Adulto de *Conophthorus monophyllae*.

escamas y semillas destruyendo todo el interior del cono (Figura 7), pupan en el verano y en la misma estación emergen los adultos, de los cuales cierto número sale de los conos para atacar conillos y meristemos donde pasan el otoño y el invierno, y otros permanecen dentro de los conos de segundo año, lugar donde pasan estas épocas estacionales.

Conophthorus sp. (Coleoptera: Scolytidae)

Hospederos: *Pinus cembroides*, *P. quadrifolia*

Los escarabajos son de color café-oscuro brillante, con un tamaño de 2 mm, aproximadamente, con pelos erectos interestríales de color blanco en los costados (Figura 8). Las larvas son de color blanco, ápodas, con cabeza de color ocre, la pupa es de un tamaño similar al adulto, blanca y gradualmente se torna oscura.

Los daños ocasionados son similares a los causados por *C. monophyllae*, es decir ataca meristemos, conillos y conos en desarrollo. En este caso el número de adultos que ingresa por cono es de dos a tres, y el ataque a estos conos inicia a principios de la primavera. Los adultos emergen desde los últimos días del mes de junio. En *Pinus quadrifolia*

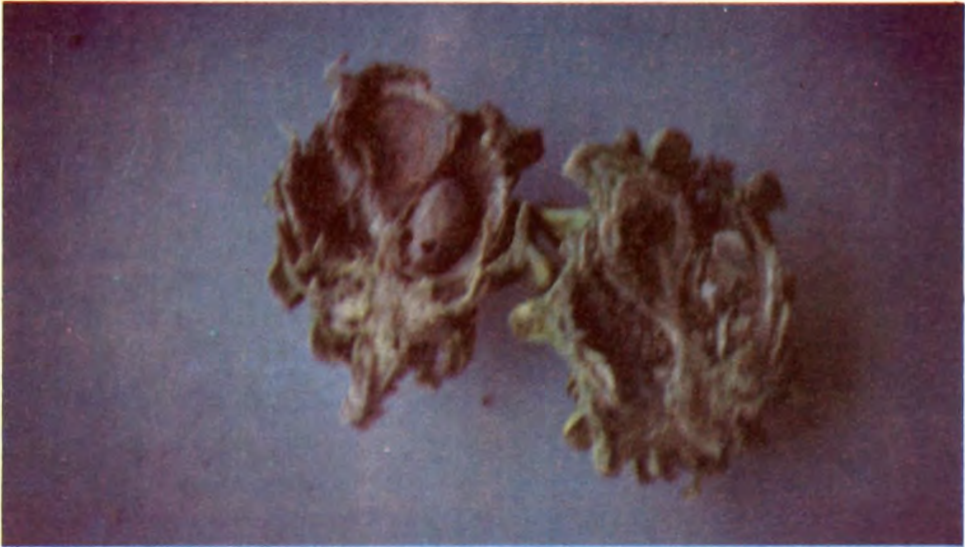


Figura 7. Cono destruido en forma completa por larvas de *C. monophyllae*.



Fig. 8. Adulto de *Conophorus* sp.

hiberna por lo general dentro de conos de segundo año atacados y, en *P. cembroides* sale para atacar conillos y meristemos (Figura 9).

Familia Curculionidae

Esta familia comprende especies que son plagas forestales, alimentándose de forraje, madera y semillas de acuerdo con lo aportado por Furniss y Carolin en 1977. Los adultos son variables en tamaño, forma y coloración; la mayoría tiene un pico bien desarrollado y curvado, en el que se encuentra el aparato bucal. Las antenas se originan casi a la mitad del pico. Las larvas son ápodas y curvadas.

Curculio occidentis (Casey) (Coleoptera: Cuculionidae)

Hospedero: *Quercus spp.*

Los adultos poseen cuerpo robusto de color cafésáceo, con escamas de color bronce; su tamaño es de 5 a 7.5 mm de longitud con un pico curvado hacia abajo. La larva es de color blanco, corta, gruesa, curvada y ápoda; con cabeza café claro y las partes bucales oscuras; su longitud es de 9 mm aproximadamente.



Figura 9. Cono y conillos afectados por *Conophthorus* adheridos al árbol.

Daño

El adulto a finales de la primavera realiza una perforación en las bellotas, ovipositando dentro de estas. Las larvas se alimentan durante el verano consumiendo por completo la semilla. La maduración del estado larval está sincronizado con la maduración y caída de las bellotas en el mes de septiembre, entonces la larva sale de la bellota y se introduce en el suelo en donde pupa (Figura 10), algunas larvas pueden permanecer el invierno dentro de las bellotas caídas y salir en la primavera siguiente para pupar en el suelo como lo reportaron Brown y Eads en 1965. Se presenta una generación anual. Las pérdidas de semillas por este insecto varían de 20 a 60% de acuerdo con lo reportado por Furniss y Carolin en 1977, en la zona se encontró un promedio de 47% de semillas atacadas.

Familia Buprestidae. Esta familia de escarabajos atacan árboles y plantas leñosas, atacando preferentemente a plantas con disturbios reportado por Furniss y Carolin en 1977 y Bland en 1978. Los adultos son aplanados con colores metálicos, siendo los más comunes el verde y el negro, con antenas aserradas de 11 segmentos, su larva es alargada, con la parte anterior aplanada y la cabeza pequeña, son ápodas y por lo general de color blanco.

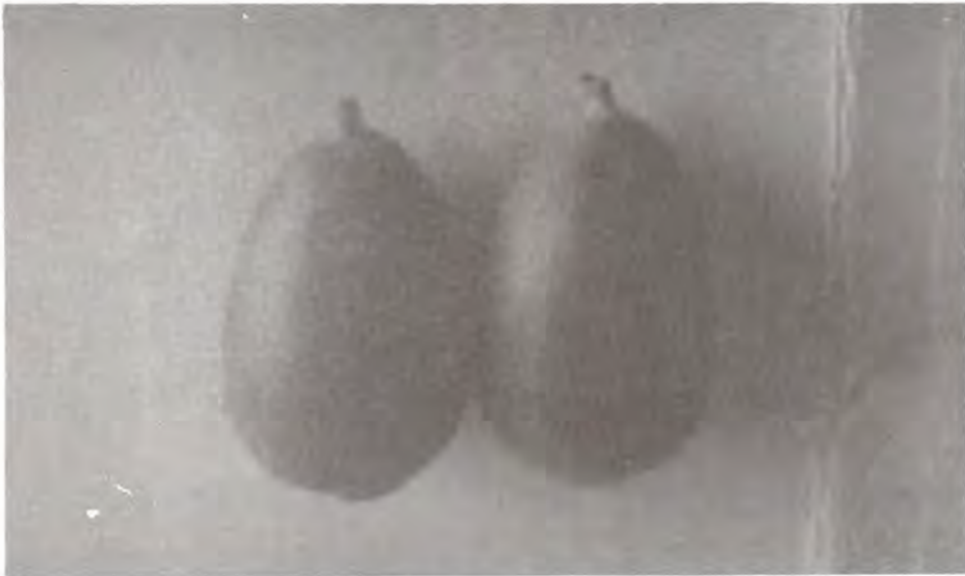


Figura 10. Bellotas de encino mostrando la perforación de salida de la larva de *Curculio occidentis*.

Agrilus angelicus Horn (Coleoptera: Brupestidae)

Hospedero: *Quercus* spp.

El adulto es delgado, de forma cilíndrica, con una longitud de 5 a 7 mm, con cabeza de color café oscuro. Los élitros son de color café más claro y con un punteado fino. La larva es de color blanco, ápada, aplanada, alargada, con dos espinas en la parte posterior y con una tenue línea oscura dorsal; la cabeza está hundida en el mesotórax, cuando alcanza la madurez mide aproximadamente 18 mm. La pupa es de 5 a 7 mm de longitud, con una coloración bronceada cuando el adulto está próximo a emerger.

Daño

Este insecto sólo causa mortalidad de ramas, que es ocasionada por las galerías en forma de espiral que realiza la larva en ellas inmediatamente debajo de la corteza, interrumpiendo la circulación de agua y nutrientes. La primera evidencia del ataque es la clorosis de las hojas de las ramas afectadas, estas hojas posteriormente se tornan café claro y café oscuro cuando la rama muere.

Brown y Eads en 1965 reportaron que el insecto requiere de dos años para completar su ciclo. Los adultos emergen durante la primer quincena de agosto. En años calurosos y secos asociado con *Chrysobothris* y *Buprestis* llegan a eliminar árboles completos; como ocurre en la porción sur de la Sierra de Juárez, donde el clima es más caluroso.

Dentroctonus valens LeConte (Coleoptera: Scolytidae)

Hospederos: *Pinus jeffreyi*, *P. ponderosa*, *P. quadrifolia*, *P. coulteri*, *P. monophylla* y *P. cembroides*.

Los adultos son de color café rojizo, de forma cilíndrica, de consistencia dura y con una longitud que varía de 7 a 8 mm. Las larvas son ápodas, de color blanco, con cabeza café y con una pequeña área de este mismo color en la parte posterior, cuando alcanzan su máximo desarrollo miden aproximadamente 6 mm. Huevecillos de color blanco y la pupa es típica de la familia.

Daño

De preferencia atacan árboles que presentan disturbios, tal como reportaron Furniss y Carolin en 1977, pero también afectan árboles sanos. Los adultos penetran por la base del fuste (Figura 11), provocando grumos profusos de resina de color rojizo, que son la primera evidencia del ataque (Figura 12). La hembra es la primera en iniciarlo y



Figura 11. Adulto de *D. valens* penetrando a un individuo de *P. jeffreyi*.



Figura 12. Grupos de resina en la base de *P. quadrifolia*, provocados por el ingreso de los adultos de *D. valens*

posteriormente, ingresa el macho y se aparean en una cámara hecha por la primera, de acuerdo con Smith en 1961; Furniss y Carolin en 1977, a finales del verano y durante el otoño realizan una galería irregular descendente hacia la raíz. Los huevecillos son puestos en una amplia galería en el floema. Las larvas eclosionan desde el mes de enero hasta medio verano.

El número de parejas de adultos de *Dendroctonus* que ingresan por árbol varía de tres a nueve, por lo regular en asociación con *Ips integer*, *I pini* y *Dendroctonus ponderosae* eliminan a los árboles atacados (Figura 13). El ataque y mortalidad de árboles es abundante en los años de escasa precipitación; mientras que en los años con precipitación, sólo se les localiza en áreas de excesiva humedad (áreas de ciénega). El ataque lo efectúan en grupos que van de dos a seis árboles y es severo en las tres primeras especies mencionadas (Figura 14).

Orden Hymenoptera.

Este orden incluye parásitos y depredadores de plagas, insectos polinizadores e insectos que se comportan como plagas. Presentan cuatro alas membranosas, el segundo



Figura 13. Individuo de *P. Jeffreyi* eliminado por *D. valens*.



Figura 14. Grupo de árboles de *P. quadrifolia* muertos por el ataque de *D. valens*.

par es más pequeño que el primero y tiene una hilera de pequeños ganchos (hamuli) sobre su margen anterior, por medio de los cuales se adhiere al primero. Las partes bucales son de tipo masticador.

Familia Torymidae. Los miembros de esta familia son parásitos y otros se alimentan de semillas. Los adultos son avispas con un tamaño aproximado a 5 mm, con ovipositor alargado y en forma curva, con abdomen aplanado, con las coxas traseras alargadas y elongadas. Las larvas son ápodas y de forma cilíndrica.

Mesgastigmus albifrons Walker (Hymenoptera: Torymidae)

Hospederos: *Pinus jeffreyi*, *P. ponderosa*.

El adulto es de color amarillo cafésáceo (ocre), con un tamaño que varía de 6 a 7 mm de longitud, alas claras, con un estigma de color oscuro en el margen anterior de las alas frontales, ovipositor de color negro de aproximadamente 4.5 mm de largo y en forma curva (Figura 15). Las larvas tienen forma de C de color blanco, ápodas, con una longitud de aproximadamente 5 mm. la pupa es de color claro, tornándose a oscuro conforme madura.



Figura 15. Adulto de *Megastigmus albifrons*.

Daño

El contenido de las semillas es consumido completamente por las larvas. La hembra introduce su ovipositor entre las escamas y oviposita directamente sobre las semillas, llegando a poner hasta seis huevos por semilla, pero solo uno prospera de acuerdo con lo reportado por Hedlin, *et. al.* en 1980. Los conos y semillas atacados no presentan ningún síntoma externo de ataque. Las larvas están dentro de las semillas desde finales de la primavera y continúan ahí todo el verano. El estado de pupa transcurre dentro de las semillas durante el invierno y los nuevos adultos comienzan a emerger a inicios de abril. Algunas larvas permanecen como lo reportaron Hedlin *et. al.* en 1980. El número de semillas atacadas fue de 12 por cono.

Orden Lepidoptera

Los adultos son mariposas y palomillas reconocibles por tener las alas cubiertas con escamas. Las partes bucales están adaptadas para chupar, poseen ojos compuestos bien desarrollados, la mayoría tienen dos ocelos. Las larvas son de forma cilíndrica y aparato bucal masticador, presentan patas torácicas y hasta cinco pares de patas falsas. Tienen glándulas productoras de seda. La mayoría de las especies de este orden son fitófagas.

Familia Gelechiidae. Esta familia es una de las más grandes de microlepidópteros. Las palomillas son pequeñas, con palpos labiales alargados y curvados. Las larvas presentan hábitos variables, algunas son minadoras de hojas, enrolladoras de hojas, formadoras de agallas y otras atacan granos almacenados.

Coleotechnites milleri (Busck) (Lepidoptera. Gelechiidae)

Hospedero: *Pinus quadrifolia*

El adulto es una palomilla de color plateado con una longitud de 8 a 13 mm. El primer par de alas es angosto y el segundo es muy amplio de color gris con flecos largos de color amarillo claro (Figura 16). La larva es desnuda, con cabeza obscura, la coloración del cuerpo varía de amarillo-limón a naranja y rosa, su longitud es de 8 mm, aproximadamente. La pupa es de color negro brillante, de forma cilíndrica, con una longitud de 7 mm.

Daño

El ataque es exclusivamente a hojas, el insecto actúa como minador (Figura 17). Los primeros instares larvales son observados desde julio a enero, es decir inverna como



Figura 16. Palomilla de *Coleotechnites milleri*.



Figura 17. Ramilla de *Pinus quadrifolia* mostrando los efectos del ataque de las larvas de *C. milleri*.

larva, ocasiona los mayores daños durante la primavera y principios del verano (Figura 18). Como efecto de defoliaciones consecutivas, se observan daños que van desde la reducción del crecimiento de ramas, brotes, hojas, aborto de conillos, hasta la muerte de ramas y árboles.

Familia Olerthreutidae. Los adultos son palomillas de tamaño pequeño, el primer par de alas son truncadas y presentan bandas o manchas. Las larvas usualmente actúan como barrenadores de frutos y brotes, así como enrolladoras de hojas.



Figura 18. *Pinus quadrifolia* defoliado parcialmente por *C. milleri*.

Cydia miscitata Heinrich

Hospederos: *Pinus ponderosa*, *P. jeffreyi*

La palomilla es de color gris-oscuro, con tres franjas plateadas en las alas anteriores; las posteriores son de color gris-tenu uniforme, con flecos de color amarillo claro; su tamaño es de 18 mm, aproximadamente. La larva es blanca-opaca con cabezas café claro, una longitud de 11 a 14 mm. La pupa es de 11 a 12 mm de color amarillo al iniciar este estado y obscuro al finalizarlo.

Daño

El daño lo ocasionan a semillas de conos de segundo año, los cuales no presentan evidencias externas de ataque; para observarse se tienen que abrir y en el interior, se aprecian tanto al insecto en estado larval como a las semillas destruidas. Estas son atacadas en pares y quedan rellenas de excremento cuando el insecto las abandona; al madurar el cono, la larva emigra hacia el áxis, donde hiberna, para emerger como adulto en la primavera.

Cydia injectiva (Heinrich)

Hospederos: *Pinus jeffreyi*, *P. ponderosa*

La palomilla posee alas anteriores angostas, con bandas irregulares con escamas, de colores gris-metálico y cobrizo. El par de alas posteriores son de color oscuro-ligero, con un sombreado amarillo en los bordes y flecos de este mismo color. Su tamaño es de 10 mm (Figura 19). La larva es de color blanco-cremoso, de cabeza café claro, con una longitud aproximada de 11 mm. La pupa es de color negro cuando la palomilla esta próxima a emerger.

Daño

Los daños ocasionados son similares a los causados por *C. miscitata*, incluso atacan en forma simultánea a un mismo cono; pero una diferencia notable es que *C. injectiva* pupa durante el otoño y en este estado permanece hasta la siguiente primavera. Cierta número de insectos permanecen en diapausa por un año o más.



Figura 19. Adulto de *Laspeyresia injectiva*.

Eucosma ponderosa Powell (Lepidoptera: Olethreutidae)

Hospederos: *Pinus ponderosa*, *P. jeffreyi*

La palomilla presenta en las alas frontales bandas alternadas de color amarillo-pálido y rojo-ladrillo, con flecos amarillo claro. El segundo par de alas es gris oscuro uniforme y amarillo-claro más intenso que el de las alas anteriores; el tamaño varía de 17 a 22 mm, con abdomen de color amarillo (Figura 20). La larva con escudo protorácico, con un tamaño de 13 a 15 mm y color canela-claro a rosa. La pupa es café y con tamaño aproximadamente de 10 a 12 mm.

Daño

Ataca conos de segundo año de desarrollo, la larva se alimenta tanto de las semillas, como de las escamas. El ataque es fácilmente observable, pues la superficie de los conos afectados presenta excremento del insecto. Por lo general, las escamas dañadas no abren en el momento de la dispersión de semillas (Figura 21); cuando esto ocurre, la larva abandona el cono y pupa en el suelo.



Figura 20. Adulto de *Eucosma ponderosa*.

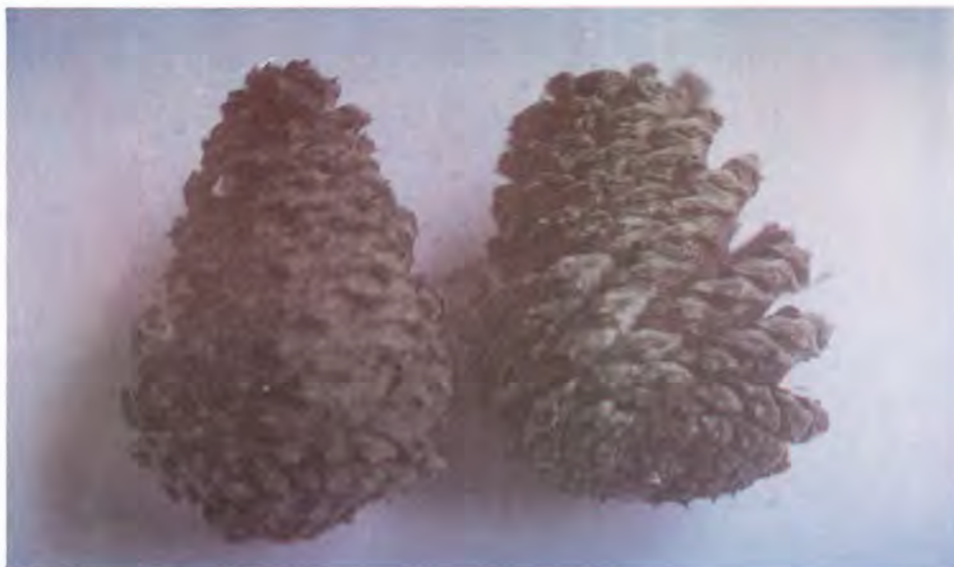


Figura 21. Conos con las escamas cerradas después de la dispersión de semillas, efecto del ataque de larvas de *E. ponderosa*.

Melissopus latiferreanus (Walsingham) (Lepidoptera: Olethreutidae)

Hospedero: *Quercus sp*

Descripción

El adulto mide aproximadamente 12 mm, color café rojizo, y en la mitad de las alas frontales presentan una banda de color cobre-metálico y con pequeñas áreas de este mismo color cerca del ápice de estas mismas alas. El segundo par de alas es café oscuro. Las larvas son blancas con cabeza café claro, escudos protorácico y anal, de color café claro, cuando la larva alcanza su máximo desarrollo mide de 12 a 17 mm.

Daño

Las larvas perforan y destruyen el interior de la bellotas. Los adultos emergen en el mes de junio y ovipositan en los frutos en desarrollo. Al emerger la larva, se perfora la bellota y se introduce en ellas consumiendo todo el interior durante los meses de julio y agosto. En septiembre, cuando los frutos empiezan a madurar la larva sale de estos para

pupar dentro de un capullo en el suelo. Un número alto de semillas es destruido por este insecto.

Familia Pyralidae. la mayoría de los miembros de esta familia son de tamaño pequeño a mediano, con una combinación de colores opacos y brillantes. El primer par de alas usualmente presenta bandas. Las alas posteriores son amplias y los palpos son proyectados hacia adelante. Las larvas actúan generalmente como barrenadores de frutos y brotes.

Dioryctria abietivorella (Groté) (Lepidoptera: Pyralidae)

Hospederos: *Pinus ponderosa*, *P. jeffreyi*, *P. quadrifolia*

El adulto es una palomilla con alas frontales angostas con colores gris-oscuro y blanco-gris, con bandas irregulares oscuras; las alas posteriores son de color blanco-cenizo uniforme y con flecos gris-claro delimitados con el borde del ala con una línea oscura (Figura 22). La larva presenta diferentes coloraciones de cuerdo con el grado de desarrollo; en sus primeras fases es de color ámbar-ligero y al finalizar el estado es café-ambar, con una línea medio-dorsal oscura, con un par de líneas subdorsales,



Figura 22. Adulto de *Dioryctria abietivorella*.

poseen escudo protácico, la cabeza es de color ámbar intenso, cuando alcanzan la madurez miden de 18 a 20 mm. La pupa tiene longitud de 10 a 12 mm, de color café-rojizo.

Daño

Atacan meristemas, conillos y el daño principal lo realizan en los conos en desarrollo, a los cuales ataca consumiendo escamas y semillas; dentro de ellos las larvas se alimentan realizando galerías y causándoles la muerte (Figura 23). El período de alta que ocurre durante la primavera y verano. Algunos insectos pupan, emergiendo en el verano para ovipositar y así en forma de huevecillo sobrevive en otoño e invierno; mientras que otros hibernan como larvas dentro de capullos, emergiendo como adultos en la primavera.

Familia Iponomeutidae. Los adultos son palomillas pequeñas con alas frontales con colores brillantes. Algunas especies de esta familia actúan como minadoras de hojas, yemas y brotes.



Figura 23. Puntas de crecimiento de *Pinus jeffreyi* muertas por barrenación interna de *D. abietivorella*.

Argyresthia libocedrella Busck (Lepidoptera: Yponomeutidae)

Hospedero: *Libocedrus decurrens*

Palomilla con alas anteriores de color amarillo-claro con un par de bandas oscuras, el segundo par de alas es de color gris uniforme. El tamaño del adulto va de 7 a 9 mm. La larva es de color verdoso, con una línea media color rojo-naranja, con cabeza de color oscuro.

Daño

Las larvas se introducen en las semillas y consumen todo el interior de estas. El desarrollo del estado larval está sincronizado con el desarrollo de las semillas; cuando estas empiezan a madurar, las larvas salen y se dejan caer al suelo, donde forman capullos para pupar dentro de ellos. En años que no hay semillas, las larvas entran en diapausa por uno o más años.

Familia Sesiidae. Los miembros de esta familia aparentan ser avispas, son de tamaño mediano, con alas transparentes, de cuerpo delgado y largo. Las larvas generalmente son de color blanco. Los insectos pertenecientes a esta familia son barrenadores de tallos, ramas y raíces en árboles y arbustos.

Vespamina sequoiae (Hy. Edwards) (Lepidoptera: Sesiidae)

Hospederos: *Pinus jeffreyi*, *P. ponderosa*, *P. coulteri*, *P. quadrifolia*, *P. monophylla* y *P. cembroides*.

El adulto semeja una avispa, son de color oscuro y con distintivos color amarillo, su tamaño es de 22 mm, aproximadamente. La larva es blanca-opaca, con cabeza oscura, con una longitud de 25 a 30 mm, cuando alcanzan su máximo desarrollo.

Daño

La larva se alimenta de la región del cambium de los árboles, preferentemente en las bifurcaciones donde realiza galerías irregulares que alcanzan hasta 10 cm de diámetro (Figuras 24 y 25). Cuando atacan árboles pequeños, los deforman, pues se elimina la parte superior donde se efectuó el ataque. El insecto afecta a todas las especies de *Pinus* que existen en el área, siendo el daño más severo en *Pinus quadrifolia*, *P. coulteri*, *P. cembroides*.



Figura 24. Larva de *Vespamina sequoiae* sobre el sangrado de resina que provocó al penetrar el hospedero.



Figura 25. Galería y grumo de resina de *V. sequoiae* en *Pinus cembroides*.

El segundo grupo lo constituyen insectos encontrados causando daños mínimos (Cuadro 3). De estos insectos los que se presentaron con mayor frecuencia fueron:

Melanophyla californica: Insecto que se presenta en forma muy esporádica, afectando las porciones superiores de *Pinus jeffreyi* y *P. ponderosa*, predisponiéndolos al ataque de *Dendroctonus* e *Ips*.

Dendroctonus ponderosae y *D. jeffreyi*: Ocasionalmente llegan a atacar y eliminar individuos maduros de *P. ponderosa* y *P. jeffreyi* (Figuras 26, 27 y 28).



Figura 26. Adulto de *Dendroctonus ponderosae*.

CUADRO 3. INSECTOS DE SEGUNDA IMPORTANCIA DEBIDO A SU DENSIDAD Y GRADO DE DAÑO EN ESPECIES FORESTALES EN LA SIERRA DE JUAREZ, B.C.

I n s e c t o					
Orden	Familia	Género	Especie	Hospedero	Ubicación del daño
Coleoptera	Scolytidae	<i>Dendroctonus</i>	<i>ponderosae</i>	<i>Pinus ponderosa</i> <i>Pinus coulteri</i>	Fuste
Coleoptera	Scolytidae	<i>Dendroctonus</i>	<i>jeffreyi</i>	<i>Pinus jeffreyi</i>	Fuste
Coleoptera	Scolytidae	<i>Ips</i>	<i>emarginatus</i>	<i>Pinus ponderosa</i> <i>Pinus jeffreyi</i>	Fuste
Coleoptera	Scolytidae	<i>Ips</i>	<i>cribricollis</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	Fuste
Coleoptera	Scolytidae	<i>Ips</i>	<i>paraconfusus</i>	<i>Pinus coulteri</i> <i>Pinus ponderosa</i>	Fuste
Coleoptera	Scolytidae	<i>Pityophthonus</i>	<i>sp</i>	<i>Pinus spp</i>	Ramas
Coleoptera	Scolytidae	<i>Pseudopityophthonus</i>	<i>sp</i>	<i>Quercus sp</i>	Ramas
Coleoptera	Buprestidae	<i>Chrysobothris</i>	<i>sp</i>	<i>Librocedrus decurrens</i> <i>Quercus sp</i>	Fuste
Coleoptera	Buprestidae	<i>Melanophyla</i>	<i>californica</i>	<i>Pinus coulteri</i> <i>Pinus jeffreyi</i> <i>Pinus ponderosa</i>	Fuste
Coleoptera	Buprestidae	<i>Melanophyla</i>	<i>gentilis</i>	<i>Pinus coulteri</i> <i>Pinus jeffreyi</i> <i>Pinus ponderosa</i>	Fuste
Coleoptera	Buprestidae	<i>Agrilus</i>	<i>arbuti</i>	<i>Arctostaphylos sp</i>	Ramas

continúa...

I n s e c t o		Especie	Hospedero	Ubicación del daño
Orden	Familia			
Coleoptera	Buprestidae	<i>Buprestis aurulenta</i>	<i>Pinus spp</i>	Fuste
Coleoptera	Scarabaeidae	<i>Polyphylla decemlineata</i>	<i>Pinus ponderosa</i> <i>Pinus jeffreyi</i>	Hojas y Raíz
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Atimia confusa</i>	<i>Libocedrus decurrens</i>	Ramas
Coleoptera	Cerambycidae	<i>Styloxus bicolor</i>	<i>Juniperus californica</i>	Ramas
Coleoptera	Curculionidae	<i>Cylindrocopturus eatoni</i>	<i>Pinus ponderosa</i> <i>Pinus jeffreyi</i> <i>Pinus quadrifolia</i>	Hojas y ramas
Coleoptera	Curculionidae	<i>Magdalis gentilis</i>	<i>Pinus jeffreyi</i>	Hojas
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Hippodamia convergens*</i>		
Coleoptera	Cleridae	<i>Enoclerus sp.*</i>		
Diptera	Cecidomyiidae	<i>Pinyonia edulicola</i>	<i>Pinus spp</i>	Hojas
Diptera	Cecidomyiidae	<i>Thecodiplosis sp</i>	<i>Pinus spp</i>	Hojas
Hymenoptera	Xyelidae	<i>Xyela sp</i>	<i>Pinus spp</i>	Inflorescencias masculinas
Hymenoptera	Diprionidae	<i>Neodiprion sp</i>	<i>Pinus jeffreyi</i> <i>Pinus ponderosa</i>	Hojas
Hymenoptera	Tenthredinidae	<i>Profenusa sp</i>	<i>Quercus spp</i>	Hojas
Hymenoptera	Cynipidae	<i>Andricus californicus</i>	<i>Quercus spp</i>	Tallos
Hymenoptera	Cynipidae	<i>Besbicus mirabilis</i>	<i>Quercus spp</i>	Hojas
Lepidoptera	Gracillariidae	<i>Lithocolletis agrifoliella</i>	<i>Quercus spp</i>	Hojas

continúa...

Orden	Insecto			Especie	Hospedero	Ubicación del daño
	Familia	Género	Especie			
Lepidoptera	Olethreutidae	<i>Eucosma</i>	<i>rescissoriana</i>	<i>Pinus quadrifolia</i>	Semillas y escamas	
Lepidoptera	Olethreutidae	<i>Rhyacionia</i>	<i>sp</i>	<i>Pinus jeffreyi</i>	Ramas	
Lepidoptera	Olethreutidae	<i>Zeiraphera</i>	<i>sp</i>	<i>Pinus jeffreyi</i>	Hojas	
Lepidoptera	Pyralidae	<i>Dioryctria</i>	<i>albovitella</i>	<i>Pinus quadrifolia</i>	Semillas y escamas	
Lepidoptera	Lasiocampidae	<i>Malacosoma</i>	<i>californicum</i>	<i>Quercus spp</i>	Hojas	
Lepidoptera	Lasiocampidae	<i>Malacosoma</i>	<i>constrictum</i>	<i>Quercus spp</i>	Hojas	
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Peridroma</i>	<i>saucia</i>	<i>Pinus ponderosa</i>	Hojas	
Lepidoptera	Pieridae	<i>Neophasia</i>	<i>sp</i>	<i>Pinus jeffreyi</i>	Hojas	
Hemiptera	Coreidae	<i>Leptoglossus</i>	<i>occidentalis</i>	<i>Pinus spp</i>	Semillas	
Homoptera	Cercopidae	<i>Aphrophora</i>	<i>sp</i>	<i>Libocedrus decurrens</i>		
Homoptera	Diaspididae	<i>Chionospis</i>	<i>pinifoliae</i>	<i>Pinus spp</i>	Hojas	
Homoptera	Diaspididae	<i>Nuculospis</i>	<i>californica</i>	<i>Pinus jeffreyi</i>	Ramas y hojas	
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa</i>	<i>sp*</i>			
Isoptera	Rhinotermitidae	<i>Reticulitermes</i>	<i>hesperus</i>	<i>Pinus spp</i>	Madera muerta	
Thysanoptera	Thripidae	<i>Frankliniella</i>	<i>occidentalis</i>	<i>Pinus spp</i>	Pólen	

* Insectos benéficos, detectados con frecuencia



Figura 27. Adulto de *D. jeffreyi*.



Figura 28. *Pinus ponderosa* mostrando los grumos dejados por *D. ponderosae* al ingresar.

Chrysobotris y *Buprestis*: Cuando el ataque de *Agrilus angelicus* es muy severo, los insectos mencionados aceleran la muerte de los individuos de *Quercus*.

Leptoglossus occidentalis: Este insecto afecta en años semilleros al 37% de las semillas producidas de *Libocedrus decurrens* (Figura 29).

Pinyonia edulicola y *Thecodiplosis* sp: Frecuentemente estos insectos son encontrados en las especies de *Pinus* que prosperan en el área; siendo el daño más intenso en individuos pequeños, pero en general los daños son mínimos (Figura 30).



Figura 29. Adulto de *Leptoglossus occidentalis*.



Figura 30. Rama de *P. jeffreyi* mostrando el efecto de *Thecodiplosis* sp.

CONCLUSIONES

- 1.- La destrucción de semillas de árboles en la Sierra de Juárez es alta; de esta manera, los insectos están influyendo en la escasa regeneración de las especies de coníferas y encinos. Los problemas más críticos son ocasionados por: *Conophthorus monophyllae* en *Pinus monophylla*; *Conophthorus* sp. en *Pinus cembroides*; *Cydia miscitata* y *C. injectiva* en *Pinus jeffreyi* y *P. ponderosa*; *Curculio occidentis* y *Melissopus latiferreanus* en *Quercus* spp. y *Dioryctria abietivorella* en *Pinus quadrifolia*.
- 2.- La defoliación es severa en *Pinus quadrifolia* donde *Coleotechnites milleri*, ha ocasionado daños que van desde la reducción del incremento, aborto de frutos, muerte de ramas, hasta la muerte de individuos.
- 3.- El problema por decortezadores causado por *Dendroctonus valens*, *Ips. Integer* e *I. pini*, son relativamente bajos, los ataques más frecuentes ocurren sobre *P. jeffreyi*, *P. ponderosa* y *P. quadrifolia*; especies sobre las cuales causan mortalidad en pequeños grupos de individuos y muerte de los tercios superiores.

- 4.- Los daños en brotes y yemas son bajos. Las especies más atacadas son *Pinus quadrifolia*, *P. cembroides* y *P. coulteri* por *Vespamima sequoiae*.
- 5.- La especie menos afectada por el ataque de insectos es *Pinus coulteri*.

RECOMENDACIONES

- 1.- Aunque el porcentaje de semillas atacado por insectos es elevado, sería conveniente estudiar los factores que afectan la regeneración natural, y evaluar en forma más precisa los daños causados por insectos, ganado, roedores, aves, suelo, vegetación asociada, etc.
- 2.- Realizar estudios precisos del comportamiento de *Coleotechnites milleri*, o bien ensayar métodos de control ya que existen áreas donde ha causado severos daños. Así también, por sus hábitos alimenticios y número, realizar lo especificado para *Dendroctonus valens*, *Ips integer* e *I. pini*, que pueden llegar a causar disturbios considerables en la zona.

LITERATURA CITADA

- BECERRA, M.J. *Observaciones ecológicas, fitosanitarias y sobre aprovechamientos industriales en la Sierra de Juárez y San Pedro Mártir, en el estado de Baja California, México.* Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 54 pp.
- BLAND, R.G. 1978. *How to know the insects.* The Pictured Key Nature Series. Wm. C. Brown Co. Publishers. Dubuque. Iowa. 409 pp.
- BORROR, D.J., DELONG, D.M., TRIPLEHORN, C. A. 1976. *An introduction to the study of insects.* Fourth Edition. Holt, Rinehart and Winston. New York. 1030 pp.
- BORROR, D.J. and WHITE, R.E. 1970. *A field guide to the insects of American North of Mexico.* Boston, Houghton Mifflin Co. 404 pp.
- BOWEN, W.R. et al. 1982. *Insect, mite and disease control guide for christmas trees.* University of California. Div of Agr. Sci. Leaflet No. 2994.
- CHU, H.F. 1979. *How to know the immature insects.* The Pictured Key Nature Series. Wm. C. Brown Co. Publishers. Dubuque, Iowa. 234 pp.

- FURNISS, R.L. and CAROLIN JR., V.M. 1977. *Western forest insects*. USDA. Forest Service Misc. Publ. No. 1339. 654 pp.
- GARCÍA, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen*. México. UNAM. Instituto de Geografía. 246 pp.
- HEDLIN, A.F. *et al.* 1980. *Cone and seed insects of North American Conifers*. Canadian Forestry Service. USDA Forest Service. México Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 122 pp.
- ISLAS, S.F. 1980. *Observaciones sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los pinos*. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 37 pp. (Bol. Técnico No. 66).
- JAQUES, H.E. 1978. *How to know the beetles*. The Pictured Key Nature Series. Wm. C. Brown Co. Publishers. Dubuque, Iowa. 372 pp.
- KNIGHT, F.B. and HEIKKENEN, J.J. 1980. *Principles of forest entomology*. Fifth Edition. Mc Graw-hill. 461 pp.
- KOELER, C.S. *et al.* 1978. *Bark beetles in California forest trees*. University of California. Div. of Agr. Sci. Leaflet No. 21034.
- LITTLE, L.E. 1978. *Important forest trees of the United States*. USDA Forest Service. Agric. Handb No. 519. 70 pp.
- MEXICO. SARH. *Determinación de los coeficientes de agostadero del ejido Sierra de Juárez*. Co. Te. Co. CA. Ensenada, B.C.
- MEXICO. SARH. *Reportes Climatológicos*. Departamento de Hidrometría, Ensenada, B.C.
- MEXICO DETENAL. *Cartas topográficas, geológicas y de climas*. Dirección de Planeación. Secretaría de Gobernación.
- POWELL, J.A. and HOGUE, C.L. 1979. *California insects*. University of California Press. 388 pp.
- SARTWELL, C. *et al.* *Pine Engraver Ips pini in the Western States*. USDA, Forest Service. For. Pest Leaf No. 122.

- SARTWELL, C. and STEVANS, R.E. 1975. Mountain Pine beetle in Ponderosa pine. *J. Forestry*. 73:136-140.
- SLATER, J.A. and BARANOWSKI, R.M. 1978. *How to know the true bugs (Hemiptera-Heteroptera)*. The Pictured Key Nature Series. Wm. C. Brown Co. Publishers. Dubuque, Iowa. 256 pp.
- USDA 1979, *Ecology, management and utilization of California oaks*. Forest service. Claremont, California. 368 pp.
- USDA 1974. *Seeds of woody plants in the United States*. Forest Service. Handb. No. 450. 883 pp.
- WIGGINS, I.L. 1980. *Flora of Baja California*. Stanford University Press. Stanford, California.
- WOOD, S.L. 1980. *Los Scolytidae en México*. Memoria del Primer Simposio de Parasitología Forestal. Uruapan, Michoacán, México 324 pp.

MAMIFEROS DEL SUR DE QUINTANA ROO, MEXICO.

Gilberto CHAVEZ LEON.*

RESUMEN

Se efectuaron colectas y registros visuales de mamíferos silvestres en 13 localidades en el sur del estado de Quintana Roo, México, (enero de 1980 a diciembre de 1985). Se registraron 51 especies: tres tlacuaches (Marsupialia), 15 murciélagos (Chiroptera), dos monos (Primates), oso hormiguero, armadillo (Edentata), dos ardillas, tuza, seis ratas, tepezcuintle, agutí (Rodentia), zorra, mapache, tejón, martucha, comadreja, taira, grísón, zorrillo, cinco felinos (Carnivora), tapir (Perissodactyla), dos pecaríes y dos venados (Artiodactyla). La información reunida sobre cada especie incluye su nombre común en maya, español, e inglés, localidad de colecta u observación, hábitat, medidas corporales, y en algunos casos medidas craneales.

SUMMARY

Mammals were collected and their presence recorded at 13 localities within the state of Quintana Roo, Mexico, from January 1980 to December 1985. This paper lists 51 species of wild mammals belonging to the orders Marsupialia (3 species), Chiroptera (15 species), Primates (2 species), Edentata (2 species), Rodentia (11 species), Carnivora (13 species), Perissodactyla (one species), and Artiodactyla (four species). Bats were represented by one emballonurid, two chilonicterins, one glossophagin, two carollins, two sturnirins, three sternodermins, one desmodontid, and three vespertilionids. Rodents were represented by two sciurids, one geomyid, five cricetids, one murid, and two hystricomorphs. One canid, three procyonids, four mustelids, and five felins represented the carnivores. Finally, one tapir (Perissodactyla), two peccaries and two deer (Artiodactyla) were recorded within the study area. For each species, information is provided on locality, habitat, body and skull measurements, as well as Maya, Spanish, and English names.

* Biól. M.C. Investigador de la red de domesticación. Campo experimental "Uruapan", CIFAP-Michoacán, INIFAP.

INTRODUCCION

La distribución de mamíferos silvestres en el sur del estado de Quintana Roo es menos conocida que la del norte y noreste de la Península de Yucatán. Una de las primeras descripciones sistemáticas de los mamíferos de la Península fue realizada por Gaumer (1917) en el estado de Yucatán y en el norte de Quintana Roo. El trabajo de Pearse (1945) es un compendio acerca de la fauna peninsular, incluyendo mamíferos.

Los trabajos efectuados por De Hatt y Villa (1950), Villa (1958), Ramírez y Phillips (1971), Jones *et al.*, (1973; 1974a; 1974b), Birney *et al.* (1974), y Genoways y Jones (1975) muestran resultados de observaciones y colectas de ejemplares. Sin embargo, las localidades en que estos autores trabajaron se encuentran en su mayoría en el norte de la península. Finalmente, García y Sánchez (1980) indicaron que en Quintana Roo han sido registradas 98 especies, 74 géneros, 27 familias, y 10 órdenes de mamíferos.

En este trabajo se dan a conocer las especies de mamíferos (excepto cetáceos y pinípedos) detectadas y colectadas en el sur de Quintana Roo durante un período de seis años (enero de 1980 a diciembre de 1985). El objetivo fue contribuir al conocimiento de los recursos naturales de una región insuficientemente explorada mastozoológicamente, como es el sur de Quintana Roo.

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

El área de estudio fue delimitada al sur por los países de Belice y Guatemala; al occidente por el estado de Campeche, al poniente por la costa del Mar Caribe y al norte por una línea imaginaria que corre a lo largo de los 19° 30' latitud norte (Figura 1). Las localidades de colecta y de observación pertenecen a los municipios de Othón P. Blanco y Felipe Carrillo Puerto y se describen en el Apéndice Núm. 1.

La fisiografía y vegetación de la Península fue descrita por Miranda (1958a; 1958b), caracterizando a la región sur de Quintana Roo como una gran losa caliza que aumenta de altura progresivamente hacia su extremo suroeste hasta alcanzar entre 200 y 300 msnm. Existen terrenos planos que siguen líneas de hundimiento general constituídas

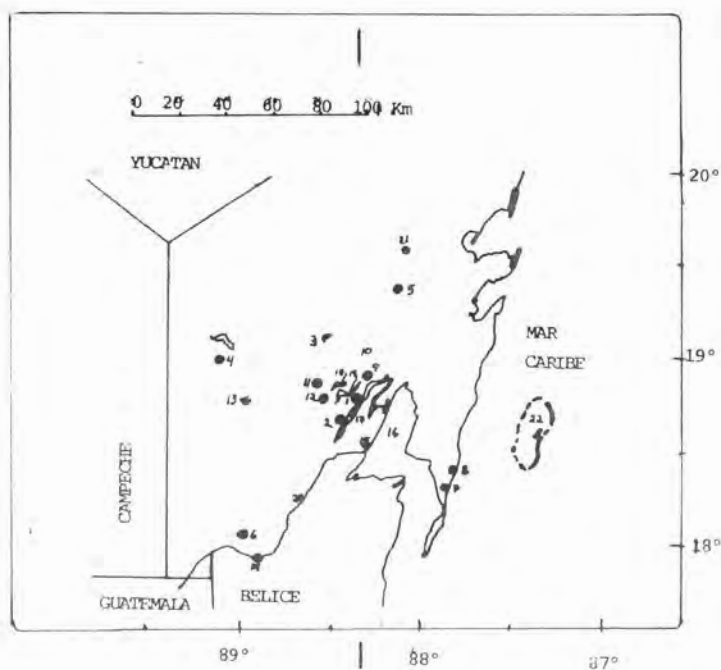


Figura 1. Localización del área de estudio de mamíferos en la península de Yucatán.

- | | |
|---|----------------------------|
| 1. Centro Experimental "San Felipe Bacalar" | 12. Lázaro Cárdenas |
| 2. Bacalar | 13. Huatusco |
| 3. Divorciados | 14. La Unión |
| 4. Río Verde | 15. Chetumal |
| 5. X-Hazil | 16. Bahía de Chetumal |
| 6. Rancho Dos Corazones | 17. Laguna de Bacalar |
| 7. Xcalak | 18. Laguna La Virtud |
| 8. Punta Gavilán | 19. Laguna San Felipe |
| 9. Miguel Hidalgo | 20. Río Hondo |
| 10. Manuel Avila Camacho | 21. Felipe Carrillo Puerto |
| 11. Blanca Flor | 22. Banco Chinchorro |

por fallas escalonadas paralelas a la costa del Mar Caribe. La vegetación predominante es selva mediana subperennifolia seguida en extensión por selva baja caducifolia y comunidades primarias con limitantes edáficas como son: sabana, tasistal, corozal, tintal, carrizal-tular, manglar y vegetación de dunas costeras. La vegetación original ha sido alterada principalmente por actividades humanas, por lo que en muchas zonas se encuentran distintas fases sucesionales de vegetación secundaria.

Existen dos variantes de clima en la zona de estudio: en la región costera es cálido subhúmedo con lluvias en verano y parte del invierno (Aw_1), hacia el interior es cálido subhúmedo con abundantes lluvias en verano (Aw_2). La temperatura media anual es de 26°C. La precipitación anual varía de 1,100 mm a 1,400 mm (García 1981).

Métodos

Se emplearon las siguientes técnicas para registrar las especies enlistadas en este trabajo:

- a) **Captura de ejemplares vivos.** Se utilizaron redes de 12 X 2 m y malla de 30 mm para capturar murciélagos y trampas ratoneras domésticas de caja (25 X 12 X 15 cm) para capturar pequeños roedores.
- b) **Registro directo.** Para identificar mamíferos vivos se recorrieron distancias a pie que variaron entre 1 y 8 km, dependiendo de la densidad de la vegetación y el grado de dificultad para atravesarla.
- c) **Registro indirecto.** Durante los recorridos a pie se registraron e identificaron rastros y señales tales como huellas, excrementos, madrigueras, echaderos, rasca-deros, senderos, y comederos.
- d) **Colecta de animales muertos.** Se recogieron e identificaron los restos de animales muertos hallados durante los recorridos a pie, además de los encontrados en carreteras y caminos.

Para la identificación de las especies se utilizaron las obras de Walker (1964) y Hall (1981). Las pieles y cráneos de los ejemplares colectados se encuentran depositados en el Campo Experimental "San Felipe-Bacalar" (CESFB), Quintana Roo. El registro expedido por SEDUE para esta colección es Q.R.- CEFSFB, INIFA.-CC.-(600)-86-01.

La información obtenida para cada especie se presenta de la siguiente manera: Orden, Familia y Subfamilia; género y especie, nombre común en maya, en español (en

primer lugar el nombre de uso regional y en seguida el nombre de uso general en México) y en inglés (de acuerdo con Hall *op. cit.*; localidades de colecta y observación (entre paréntesis se da la cantidad de ejemplares por localidad), hábitat donde fueron colectados u observados los ejemplares (el orden en que se mencionan los diferentes hábitats corresponde al de las localidades); medidas de los ejemplares colectados, en milímetros, proporcionando mínimo, máximo, y media de la longitud total (LT), cola vertebral (CV), longitud de la pata trasera (PT), y longitud de la oreja (LO). El peso se registró en gramos. Dependiendo del caso, estas medidas se indican para cada sexo, cuando se contó únicamente con cráneos se anotaron las medidas habituales de longitud mayor (LM), longitud condilobasal (LC), anchura cigomática (AC) o longitud palatal (LP).

RESULTADOS

Se registraron 51 especies de mamíferos pertenecientes a 19 Familias y ocho Ordenes. Se colectaron y conservaron 225 ejemplares representativos de 42 especies. La relación de especies sigue la secuencia y nomenclatura científica empleada por Hall *op. cit.*, con la única excepción de que aquí se utilizó el género *Odocoileus* en lugar de *Dama* según la recomendación de Burt *et al.* (1960). Las siglas empleadas en el texto se presentan en el Cuadro 1.

Relación de especies

Orden Marsupialia

Familia Didelphidae

Didelphis marsupialis

Maya: Och. **Español:** Zorro, Tlacuache, Zarigüeya. **Inglés:** Southern Opossum. **Localidad:** CESFB (1). **Hábitat:** Selva secundaria (8 m de altura). **Medidas:** un macho, LT 785 mm, CV 400 mm, PT 53 mm, LO 55 mm, peso 1,517 g.

Didelphis virginiana

Maya: Och. **Español:** Zorro, Tlacuache, Zarigüeya. **Inglés:** Virginia Opossum. **Localidad:** CESFB (2), Bacalar (1). **Hábitat:** Selva secundaria (9 m de altura), huerto de naranja. **Medidas:** Un macho, LT 800 mm, CV 340 mm, PT 60 mm, LO 55 mm. Una hembra, LT 730 mm, CV 310 mm, PT 55 mm, LO 50 mm. Una hembra, juvenil, capturada el 16 de mayo de 1984 en Bacalar. LT 216 mm, CV 90 mm, PT 21 mm, LO 22 mm, peso 34.7 g.

CUADRO 1. DEFINICIÓN DE LAS SIGLAS UTILIZADAS PARA LA DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES DE MAMÍFEROS ESTUDIADAS EN EL SUR DE QUINTANA ROO.

AC	Anchura cigomática
CESFB	Campo Experimental San Felipe Bacalar
CV	Longitud de cola vertebral
E	Este
LC	Longitud condilobasal
LM	Longitud mayor del cráneo
LT	Longitud total
LO	Longitud de la oreja
LP	Longitud palatal
N	Norte
NE	Noreste
NW	Noroeste
O	Oeste
PT	Longitud de la pata trasera
S	Sur
SE	Sureste
SEDUE	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología
SW	Suroeste

Metachirops opossum

Maya: Holioch. **Español:** Tlacuache cuatro ojos. **Inglés:** Gray Four-eyed Opossum. **Localidad:** CESFB (2), Bacalar (1), 13 km S Bacalar (1). **Hábitat:** Selva secundaria, huerto de plátano, selva mediana subperennifolia. **Medidas:** dos machos, Lt 450-555 (502.5) mm, CV 237-260 (248.5) mm, PT 35-40 (37.5) mm, LO 31.35 (33) mm, peso 133.0-489.4 (311.2) g. Una hembra, LT 520 mm, CV 285 mm, PT 40 mm, LO 28 mm, peso 286.7 g. **Nota:** Esta hembra, colectada el 3 de marzo de 1982, tenía cuatro crías en el marsupio.

Orden Chiroptera

Familia Emballonuridae

Saccopteryx bilineata

Maya: Sots. **Español:** Murciélago de rayas blancas. **Inglés:** Greater White-lined Bat. **Localidad:** CESFB (5). **Hábitat:** Vivero forestal rodeado de vegetación secundaria en la orilla occidental de la laguna de Bacalar. **Medidas:** Un macho, LT 55 mm, CV 14 mm, PT 10 mm, LO 11 mm, peso 6.9 g. Cuatro hembras, LT 56-68 (62) mm, CV 13-21 (17) mm, PT 10-11 (10.3) mm, LO 11-13 (12.3) mm, peso 7.0-7.6 (7.2) g. Antebrazo, tres hembras, 43-47 (44.3) mm.

Familia Phyllostomatidae

Subfamilia Chilonicterinae

Pteronotus parnellii

Maya: Sots. **Español:** Murciélago bigotudo. **Inglés:** Parnell's Mustached Bat. **Localidad:** Divorciados (3), Punta Gavilán (1). **Hábitat:** Selva mediana subperrenifolia, duna costera. **Medidas:** Un macho, LT 86 mm, CV 20 mm, PT 14 mm, LO 21 mm, antebrazo 57 mm, peso 15.4 g. Tres hembras, LT 82-88 (84.7) mm, CV 20-21 (20.3) mm, PT 14-14 (14) mm, LO 19-21 (20) mm, peso 16.1-17.6 (16.7) g; antebrazo, dos hembras, 57-57 (57) mm. (Figura 2).

Pteronotus davyi

Maya: Sots. **Español:** Murciélago de falsas espaldas desnudas. **Inglés:** Davy's Naked-backed Bat. **Localidad:** Divorciados (1). **Hábitat:** Selva mediana subperennifolia. **Medidas:** Una hembra. LT 72 mm, CV 20 mm, PT 9 mm, LO 17 mm, antebrazo 44 mm, peso 6.9 g.

Subfamilia Glossophaginae

Glossophaga soricina

Maya: Sots. **Español:** Murciélago nectario, Murciélago siricotero. **Inglés:** Pallas' Long-tongued Bat. **Localidad:** Bacalar (8), 3 km W Bacalar (1), Río Verde (3), Rancho Dos Corazones (12), X-Hazil (1). **Hábitat:** Huerto familiar, selva secundaria, selva mediana subperennifolia, huerto de plátano. **Medidas:** 10 machos, LT 56-69 (60.3) mm, CV 5-9 (6.4) mm, PT 9-12 (10.4) mm, LO 10-16 (11.2) mm, antebrazo 31-38 (34.4) mm, peso



Figura 2. Murciélago bigotudo (*Pteronotus parnellii*).

8.9-11.8 (10.5) g, 15 hembras, LT 54-64 (59.7) mm, CV 5-9 (6.7) mm, Pt 6-12 (10.1) mm, LO 10-14 (11.7) mm, peso 6.7-11.7 (9.3) g, antebrazo, 13 hembras, 33-36 (35) mm.

Subfamilia Carolliinae

Carollia brevicauda

Maya: Sots. **Español:** Murciélago carolia. **Inglés:** Silky Short-tailed Bat. **Localidad:** Divorciados (1), Rancho Dos Corazones (2), X-Hazil (3), 3 km W Bacalar (4). **Hábitat:** Selva mediana subperennifolia, selva secundaria. **Medidas:** Cuatro machos, LT 59-71 (68.3) mm, CV 7-10 (8.3) mm, PT 12-13 (12.8) mm, LO 16-21 (18.3) mm, antebrazo 40-43 (41.3) mm, peso 15.3-20.0 (17.5) g. Seis hembras, LT 62-74 (66.2) mm, CV 6-12 (8.2) mm. PT 11-15 (12.5) mm, LO 14-22 (18.5) mm, antebrazo 37-46 (40.2) mm, peso 13.3-19.5 (15.9) g. **Nota:** Un macho capturado el 30 de octubre de 1985 tenía testículos escrotados.

Carollia perspicillata

Maya: Sots. **Español:** Murciélago carolia. **Inglés:** Seba's Short-tailed bat. **Localidad:** CESFB (5), Bacalar (6), 3 km W Bacalar (1), X-Hazil (1). **Hábitat:** Selva secundaria, huerto de plátano, selva mediana subperennifolia. **Medidas:** Ocho machos, LT 58-73

(65.5) mm, CV 6-9 (7.6) mm, PT 12-14 (12.8) mm, LO 14-22 (17.4) mm, peso 10.3-24.1 (15.6) g; antebrazo, seis machos, 38-44 (41.2) mm. Cinco hembras, LT 68-76 (71.8) mm, CV 5-10 (8.2) mm, PT 13-15 (14) mm, LO 15-21 (17.8) mm, antebrazo 41-46 (43.8) mm, peso 16.5-20.9 (19.2) g. **Nota:** Un macho capturado el 10 de octubre de 1984 tenía testículos escrotados: 8 X 6 mm.

Subfamilia Sturnirinae

Sturnira lilium

Maya: Sots. **Español:** Murciélago de hombros amarillos. **Inglés:** Yellow-shouldered bat. **Localidad:** CESFB (3), Bacalar (16), 3 km W Bacalar (2), Río Verde (1), Rancho Dos Corazones (3). **Hábitat:** Selva secundaria, huerto de plátano, selva baja caducifolia, selva mediana subperennifolia. **Medidas:** 13 machos, LT 56-65 (61.1) mm, CV 0.0 mm, PT 10-14 (12.2) mm. LO 11-16 (14.1) mm, peso 12.7-18.4 (15.8) g, antebrazo, 12 machos, 31-40 (37.3) mm. 13 hembras, LT 55-60 (58.2) mm, CV 0.0 mm, PT 11-14 (12.3) mm, LO 12-17 (14.5) mm, peso 12.9-19.4 (16.0) g, antebrazo 11 hembras, 36-40 (38.0) mm. **Nota:** Cuatro hembras lactantes colectadas el 10 de septiembre de 1985, otra hembra lactante capturada el 20 de abril de 1982. Una macho con testículos escrotados (6 X 5 mm) capturado el 10 de octubre de 1984; otro macho capturado el 4 de octubre de 1985 con testículos escrotados (3 X 2 mm). (Figura 3).

Sturnira ludovici

Maya: Sots. **Español:** Murciélago de charreteras. **Inglés:** Anthony's Bat. **Localidad:** Rancho Dos Corazones (1). **Hábitat:** Selva mediana subperennifolia. **Medidas:** Una hembra, LT 59 mm, CV 0.0 mm, PT 13.0 mm, antebrazo 40 mm, peso 14.3 g.

Subfamilia Stenoderminae

Artibeus jamaicensis

Maya: Sots. **Español:** Murciélago zapotero. **Inglés:** Jamaican Fruit-eating Bat. **Localidad:** CESFB (15), Bacalar (12), 3 km W Bacalar (1), Divorciados (1), Xcalak (10), Punta Gavilán (1), X-Hazil (3). **Hábitat:** Vegetación secundaria, huerto plátano, selva mediana subperennifolia, estero, duna costera. **Medidas:** 22 machos, LT 66-94 (79.5) mm, CV 0.0 mm, PT 13-19 (16.0) mm, LO 17-23 (20.3) mm, peso 23.1-73.0 (41.1) g; antebrazo, 18 machos, 53-75 (60.1) mm. 21 hembras, LT 77-94 (83.6) mm, CV 0.0 mm, PT 14-20 (16.8) mm, LO 15-22 (10.3) mm, peso 32.2-64.0 (47.6) g; antebrazo, 18 hembras, 56.0-66.0 (61.4) mm. **Nota:** Hembras colectadas con un embrión: una el 20 de abril de 1982 y dos el 26 de junio de 1984. Una hembra lactante colectada el 20 de abril de 1982. Machos con



Figura 3. Murciélago de hombros amarillos (*Sturnira lilium*).

testículos escrotados: dos colectados el 18 de septiembre de 1985 (7 x 4 x 5 x 3, respectivamente), y uno colectado el 1 de noviembre de 1985 (10 x 6 mm). (Figura 4)

Artibeus lituratus

Maya: Sots. **Español:** Murciélago zapotero gigante. **Inglés:** Big Fruit-eating Bat. **Localidad:** Bacalar (1). **Hábitat:** Huerto de plátano. **Medidas:** Una hembra. LT 87 mm, CV 0.0 mm, PT 27 mm. LO 19 mm, antebrazo 67 mm, peso 50.5 g.

Artibeus phaeotis

Maya: Sots. **Español:** Murciélago zapotero pardo. **Inglés:** Pygmy Fruit-eating Bat. **Localidad:** CESFB (7), Bacalar (3), 3 km W Bacalar (5), Divorciados (2), Xcalak (1), Punta Gavilán (1), Rancho Dos Corazones (2), X-Hazil (1). **Hábitat:** Vegetación secundaria, huerto de plátano, selva mediana subperennifolia, duna costera. **Medidas:** 14 machos, LT 46-60 (53.7) mm, CV 0.0 mm, PT 9-12 (10.3) mm, LO 12-17 (15.3) mm, peso 9.0-13.2 (11.6) g; antebrazo, siete machos, 37-39 (38.3) mm. Ocho hembras, LT 51-60 (55.3) mm, CV 0.0 mm, PT 7-11 (9.6) mm, LO 13-17 (15.1) mm, antebrazo 36-42 (38.9) mm, peso 11-17 (13.4) g.



Figura 4. Murciélago zapotero (*Ariteus jamaicensis*).

Familia Desmodontidae

Desmodus rotundus

Maya: Sots. **Español:** Vampiro de patas desnudas. **Inglés:** Vampire Bat. **Localidad:** CESFB (4), Bacalar (1), X-Hazil (4). **Hábitat:** Vivero forestal, huerto de plátano, selva mediana subperennifolia. **Medidas:** cinco machos, LT 63-74 (68.6)mm, CV 0.0 mm, PT 15-17 (16.2) mm, LO 16-18 (17) mm, antebrazo 53-55 (54.6) mm, peso 22.0-28.4 (25.9) g. Cuatro hembras, LT 69-79 (76) mm, CV 0.0 mm, PT 15-17 (16)mm, LO 15-19 (17.5) mm, antebrazo 60-60 (60) mm, peso 28.1-32.8 (31.4) g.

Familia Vespertilionidae

Subfamilia Vespertilioninae

Eptesicus furinalis

Maya: Sots. **Español:** Murciélago moreno. **Inglés:** Argentina Brown Bat. **Localidad:** CESFB (1). **Hábitat:** Selva secundaria. **Medidas:** Una hembra, LT 90 mm, CV 34 mm, PT 11 mm, LO 10 mm, peso 8.5 g.

Nycteris ega

Maya: Sots. **Español:** Murciélago amarillo. **Inglés:** Southern Yellow Bat. **Localidad:** Bacalar (1). **Hábitat:** Huerto de plátano. **Medidas:** Un macho, LT 112 mm, CV 50 mm, PT 8 mm, LO 9 mm, antebrazo 44 mm, peso 11.2 g. **Nota:** Este ejemplar, capturado el 10 de diciembre de 1985, tenía testículos escrotados (6 x 4 mm).

Rhogeessa tumida

Maya: Sots. **Español:** Murciélaguito amarillo. **Inglés:** Central American Yellow Bat. **Localidad:** Bacalar (1). **Hábitat:** Huerto de plátano. **Medidas:** Una hembra, LT 72 mm, CV 32 mm, PT 6 mm, LO 11 mm, antebrazo 30 mm, peso 4.1 g. (Figura 5)



Figura 5. Murciélaguito amarillo (*Rogeessa tumida*).

Orden Primates

Familia Cebidae

Alouatta pigra

Maya: Baats. **Español:** Saraguato, Mono aullador. **Inglés:** Lawrence's Howler Monkey. **Localidad:** X-Hazil, Divorciados, Rancho Dos Corazones. **Hábitat:** selva mediana subperennifolia. **Nota:** En Divorciados y Rancho Dos Corazones se observaron dos individuos solitarios. En X-Hazil se observó un grupo compuesto por tres ejemplares cuyo sexo no pudo ser determinado.

Ateles geoffroyi

Maya: Xtuch. **Español:** Mono araña. **Inglés:** Geoffroy's Spider Monkey. **Localidad:** Miguel Hidalgo (1); observados. CESFB, Divorciados, X-Hazil. **Hábitat:** selva mediana subperennifolia, selva secundaria. **Medidas:** Una hembra, LT 1,060 mm, CV 660 mm, PT 142 mm, LO 22 mm. **Nota:** El ejemplar colectado en Miguel Hidalgo fue encontrado muerto pendiendo de la extremidad distal de la cola, en un árbol de 5 m de altura a la orilla de un camino en vegetación secundaria. Los ejemplares observados vivos se encontraron en selva mediana subperennifolia; los grupos variaban de 4 a 8 individuos. (Figuras 6 y 7)

Orden Edentata

Familia Myrmecophagidae

Tamandua mexicana

Maya: Chab. **Español:** Brazofuerte, Oso hormiguero. **Inglés:** Tamandua. **Localidad:** 2 km N Bacalar (1), CESFB (1). **Hábitat:** Selva secundaria, selva mediana subperennifolia. **Medidas:** Dos hembras, LT 1,065.0-1,102.0 (1,083.5) mm, CV 525-525 (525) mm, PT 70.0-81.0 (75.5) mm. LO 35-44 (39.5) mm, peso 3,100-4,000 (3,550)g. **Nota:** Estos ejemplares fueron encontrados atropellados en carreteras. Un ejemplar vivo fue observado en la copa de una palma en la selva mediana subperennifolia del CESFB.

Familia Dasypodidae

Dasypus novemcinctus

Maya: Wech. **Español:** Armadillo de nueve bandas. **Inglés:** Nine-banded Armadillo. **Localidad:** Blanca Flor (1), observados: CESFB, Lázaro Cárdenas, Divorciados, X-Ha-

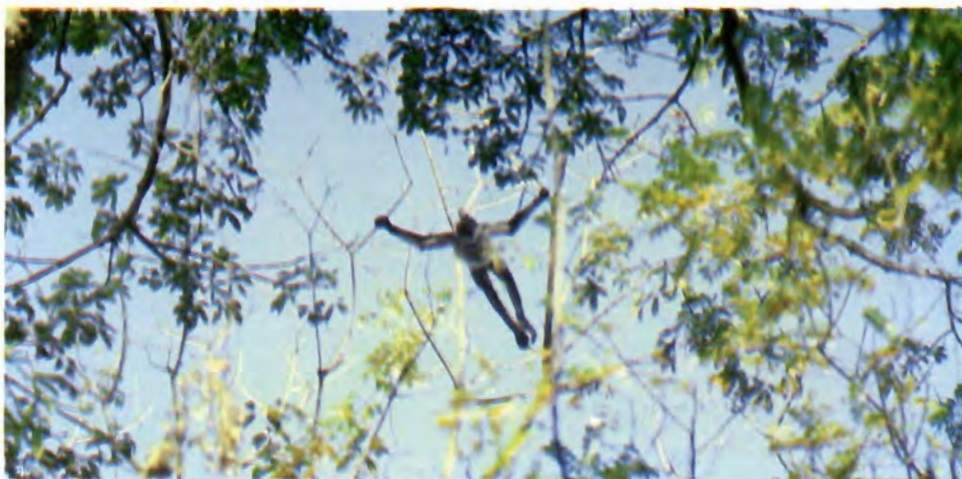


Figura 6. Mono araña (*Ateles geoffroyi*).



Figura 7. Mono araña en la posición en que fue encontrado muerto, posiblemente debido a una enfermedad gastrointestinal.

zil, Rancho Dos Corazones. **Hábitat:** selva secundaria, selva mediana subperennifolia, desmontes. **Medidas:** Una hembra, cráneo: LM 90 mm, AC 39 mm. **Nota:** Una hembra cazada por campesinos el 1 de marzo de 1986, tenía cuatro embriones.

Orden Rodentia

Familia Sciuridae

Sciurus yucatanensis

Maya: Ku'uk. **Español:** Ardilla arbórea. **Inglés:** Yucatán Squirrel. **Localidad:** CESFB (2). **Hábitat:** Selva secundaria. **Medidas:** Un macho, juvenil, LT 248 mm, CV 115 mm, PT 41 mm, LO 15 mm, peso 66.8 g. Una hembra, LT 475 mm, CV 234 mm, PT 57 mm, LO 23 mm, peso 347.5 g. Un macho, LT 455 mm, CV 225 mm, PT 55 mm, LO 28 mm.

Sciurus deppei

Maya: Kukeb. **Español:** Ardilla zapotera. **Inglés:** Deppe's Squirrel. **Localidad:** CESFB (observado). **Hábitat:** selva mediana subperennifolia.

Familia Geomyidae

Orthogeomys hispidus

Maya: Baah. **Español:** Tuza. **Inglés:** Hispid Pocket Gopher. **Localidad:** CESFB (5). **Hábitat:** Plantación forestal. **Medidas:** dos machos, LT 227-310 (268.55) mm, CV 46-67 (56.5) mm, PT 44-64 (54) mm, LO 5-9 (7) mm, peso 129.2-570.2 (349.7) g. Tres hembras, LT 283-294 (288) mm, CV 65-68 (66.3) mm, PT 40-45 (42.7) mm, LO 6-8 (7) mm, peso 377.4-424.4 (406.5) g. **Nota:** Un macho capturado el 21 de agosto de 1985 tenía testículos escrotados (20 x 10 mm).

Familia Muridae

Subfamilia Cricetinae

Oryzomys melanotis

Español: Ratón arrocero. **Inglés:** Black-eared Rice Rat. **Localidad:** CESFB (1). **Hábitat:** Vegetación secundaria, pastizal. **Medidas:** Una hembra, LT 225 mm, CV 103 mm, PT 19 mm, LO 22 mm, peso 65 g.

Oryzomys fulvescens

Español: Ratón arrocero. **Inglés:** Pygmy Rice Rat. **Localidad:** CESFB (3). **Hábitat:** Pastizal. **Medidas:** Un macho, LT 142 mm, CV 59 mm, PT 19 mm, LO 22 mm, peso 65 g. Dos hembras, LT 147-147 (147) mm, CV 63-65 (64) mm, PT 21-21 (21) mm, LO 15-15 (15) mm, peso 11.9-16.2 (14.1) g.

Peromyscus leucopus

Español: Ratón de patas blancas. **Inglés:** White-footed Mouse. **Localidad:** CESFB (1). **Hábitat:** Selva baja caducifolia (tintal). **Medidas:** Se conservó la piel de un macho, LT 220 mm.

Peromyscus yucatanicus

Español: ratón de patas blancas. **Inglés:** Yucatan Deer Mouse. **Localidad:** Bacalar (2). **Hábitat:** Huerto de naranja. **Medidas:** Dos machos, LT 145-154 (149.5) mm, CV 74-76 (75) mm, PT 16-19 (17.5) mm, LO 14-14 (14) mm, peso 10.8-12.2 (11.5) g.

Sigmodon hispidus

Español: Rata de algodón. **Inglés:** Hispid Cotton Rat. **Localidad:** CESFB (7) **Hábitat:** Selva secundaria. **Medidas:** Dos machos, LT 240-244 (242) mm, CV 106-106 (106) mm, PT 29-29 (29) mm, LO 19-19 (19) mm, peso 81.2-83.0 (82.1) g. Un macho, juvenil, LT 147 mm, CV 60 mm, PT 20 mm, LO 15 mm, peso 17.4 g. Cuatro hembras, LT 200-246 (233) mm, CV 85-98 (92) mm, PT 24-30 (28.5) mm, LO 14-20 (16) mm, peso 50.7-98.5 (69.9) g. **Nota:** Una hembra colectada el 17 de agosto de 1983 tenía ocho embriones.

Subfamilia Murinae

Rattus rattus

Maya: Ch'o. **Español:** Rata negra. **Inglés:** Black rat. **Localidad:** CESFB (2) **Hábitat:** Construcciones humanas. **Medidas:** Dos machos, LT 334-370 (352) mm, CV 190-200 (195) mm, PT 33-35 (34) mm, LO 19-23 (21) mm, peso 91.5-168.8 (130.2) g. **Nota:** Especie introducida. Un macho capturado el 1 de agosto de 1985 tenía testículos escrotados (37 x 9 mm).

Familia Dasyproctidae

Subfamilia Agoutinae

Agouti paca

Maya: Haleb. **Español:** Tepezcuintle, Tuza real. **Inglés:** Paca. **Localidad:** 2 km N Bacalar (1). **Hábitat:** Selva secundaria. **Medidas:** Una hembra, LT 520 mm, CV 20 mm, PT 105 mm, LO 40 mm, peso 6,500 g.

Subfamilia Dasyproctinae

Dasyprocta punctata

Maya: tsub **Español:** Sereque, Liebre, Aguti. **Inglés:** Agouti. **Localidad:** CESFB (3). **Hábitat:** Selva secundaria, selva mediana subperennifolia. **Medidas:** Tres cráneos de ejemplares de sexo desconocido, LM 113-115 (114) mm, LC 95-99 (97.3) mm, AC 47-50 (48.3) mm.

Orden Carnivora

Familia Canidae

Urocyon cinereoargenteus

Maya: Ch'omak. **Español:** gato de monte, Zorra gris. **Inglés:** Gray Fox. **Localidad:** Rancho Dos Corazones (1), CESFB (observado). **Hábitat:** selva mediana subperennifolia, selva secundaria. **Medidas:** Un macho, LT 823 mm, CV 335 mm, PT 105 mm, LO 54 mm, peso 2,900 g, LC 106 mm.

Familia Procyonidae

Procyon lotor

Maya: Kulu'. **Español:** Mapache. **Inglés:** Raccoon. **Localidad:** 2 km S Bacalar (1), Mahahual (un cráneo), CESFB (observado). **Hábitat:** Selva secundaria. **Medidas:** Un macho, LT 758 mm, CV 253 mm, PT 118 mm, LO 54 mm, peso 2,800 g, LM cráneo 112 mm, AC 64 mm.

Nasua nasua

Maya: Chuc. **Español:** Pisote, Tejón. **Inglés:** Coati. **Localidad:** CESFB (1), observado: CESFB, Divorciados, X-Hazil. **Hábitat:** Selva secundaria, selva mediana subperennifolia.

lia. **Medidas:** Un cráneo de individuo de sexo no identificado, LM 119 mm, LC 112 mm, AC 61 mm.

Potos flavus

Maya: Kink'ahu. **Español:** Mico de noche, Oso mielero, Martucha. **Inglés:** Kinkajou. **Localidad:** CESFB (1). **Hábitat:** selva mediana subperennifolia. **Medidas:** Un cráneo de individuo de sexo no identificado, LC 86 mm, AC 60 mm.

Familia Mustelidae

Mustela frenata

Maya: Sabin. **Español:** Comadreja. **Inglés:** Long-tailed Weasel. **Localidad:** CESFB (un ejemplar observado). **Hábitat:** Selva secundaria.

Eira barbara

Maya: Sam hool. **Español:** Cabeza de viejo, Taira. **Inglés:** Tayra. **Localidad:** 3 km W Bacalar (1), CESFB (ocho individuos observados). **Hábitat:** Selva secundaria, selva mediana subperennifolia. **Medidas:** Un cráneo de individuo de sexo no identificado, LC 113 mm, AC 69 mm.

Galictis vittata

Español: Grisón. **Inglés:** Grison. **Localidad:** CESFB (1). **Hábitat:** Selva secundaria. **Medidas:** Un macho LT 520 mm, CV 160 mm, PT 98 mm, LO 30 mm. **Nota:** este ejemplar fue encontrado atropellado en una carretera. Otro ejemplar vivo fue observado en la selva secundaria, 200 m al oeste de la laguna de Bacalar en el CESFB.

Conepatus semistriatus

Maya: Sakpay. **Español:** Zorrillo real. **Inglés:** Striped Hog-nosed Skunk. **Localidad:** Blanca Flor (1). **Hábitat:** Selva secundaria. **Nota:** Ejemplar encontrado atropellado en un camino de terracería.

Familia Felidae

Felis onca

Maya: Chac bolay, Sakek'el, Balam, Chacmol. **Español:** Tigre, Jaguar, **Inglés:** Jaguar. **Localidad:** CESFB, Río Verde (huellas). **Hábitat:** selva mediana subperennifolia, selva

baja caducifolia. **Nota:** Sus huellas se encontraron a lo largo de brechas y viejos caminos madereros en zonas con muy poca actividad humana.

Felis concolor

Maya: Koh. **Español:** Leoncillo, Puma. **Inglés:** Mountain Lion. **Localidad:** CESFB (huellas). **Hábitat:** Selva secundaria, selva baja caducifolia. **Nota:** Se encontraron huellas de puma en los alrededores de las instalaciones del CESFB y en zonas con presencia constante de gente trabajando el campo. Se obtuvo información confiable de tres personas que vieron ejemplares de puma durante el día en esos sitios.

Felis pardalis

Maya: Sakxikin. **Español:** Tigrillo, Ocelote. **Inglés:** Ocelot. **Localidad:** CESFB (huellas), **Hábitat:** Selva secundaria.

Felis wiedii

Maya: Chulia'. **Español:** Cria, Tigrillo. **Inglés:** Margay. **Localidad:** Lázaro Cárdenas (1), CESFB (huellas). **Hábitat:** Selva secundaria, selva mediana subperennifolia. **Medidas:** Una hembra, cráneo, LM 94 mm, AC 61 mm. **Nota:** Este ejemplar fue capturado en el interior de una madriguera en una milpa por un campesino. Al ser capturado tenía aproximadamente tres semanas de edad. Fue mantenido como mascota por un año, escapó y murió atropellado. Se le alimentaba con carne de pollo cruda y en ocasiones se le daban aves silvestres muertas. (Figura 8)

Felis yagouaroundi

Maya: Ek'much. **Español:** Onza, Jaguarundi. **Inglés:** Jaguarundi. **Localidad:** CESFB (un ejemplar observado). **Hábitat:** Selva secundaria.

Orden Perissodactyla

Familia Tapiridae

Tapirus bairdii

Maya: Tsimin. **Español:** Danto, Tapir centroamericano. **Inglés:** Baird's Tapir. **Localidad:** CESFB (un cráneo, tres ejemplares vivos observados), Avila Camacho (huellas). **Hábitat:** En el CESFB se detectaron tapires en zonas con estancamiento permanente de agua. Su área de actividad en la laguna "La Virtud" incluyó, en orden de mayor frecuencia de observaciones, tular, selva baja caducifolia (tintal) y selva mediana

subperennifolia, sitios en donde sus senderos y huellas son fácilmente distinguibles. A 3 km al poniente de esa laguna se observaron senderos y huellas de tapires en una extensa sabana circundada por selva baja caducifolia con abundantes elementos espinosos. En Avila Camacho se encontraron huellas de tapir en ese tipo de selva baja caducifolia. **Medidas:** Un cráneo, sexo no determinado, LM 407 mm, LC 391 mm, AC 189 mm, LP 216 mm. Este cráneo pertenecía a un ejemplar encontrado muerto a 3 km al norte de las oficinas del CESFB en una propiedad particular, a 5 m de un camino de terracería entre vegetación secundaria de 4 m de altura. El avanzado estado de descomposición del ejemplar no permitió determinar su sexo. El cráneo tenía dos orificios, al parecer causados por bala de pequeño calibre. **Notas:** El 17 de agosto de 1982, a las 11:00 horas, en la ribera oriental de la laguna "la Virtud", se observó una hembra con una cría de dos o tres meses de edad que estaban descansando en el tinal, a 10 m de distancia del agua. Después de 4 minutos, al notar la presencia del autor, la hembra dió una vuelta completa sobre si misma y entró corriendo a la laguna seguida por la cría, pero ésta se detuvo a poca distancia entre el tular. Ninguno de los dos emitió ningún sonido. Las medidas de las huellas que dejaron donde estaban descansando son las siguientes: hembra, largo 14.0 cm, ancho 15.5 cm, distancia entre huellas 40 cm; cría, largo 7.0 cm, ancho 7.5 cm, distancia entre huellas 31 cm.



Figura 8. Tigrillo (*Felis wiedii*) comiendo una pea (*Cyanocorax morio*).

Orden Artiodactyla

Familia Tayassuidae

Dicotyles tajacu

Maya: Kitam. **Español:** Puerco de monte, Pecarí de collar. **Inglés:** Collared Peccary, Javelina. **Localidad:** CESFB (1), observados: CESFB, X-Hazil, Divorciados, Rancho Dos Corazones. **Hábitat:** Selva secundaria, cultivos agrícolas. **Medidas:** Un cráneo, sexo no determinado, LM 229 mm, LC 200 mm, AC 96 mm.

Tayassu pecari

Maya: Kaax ikeike. **Español:** Jauilla, Pecarí de labios blancos. **Inglés:** White-lipped Peccary. **Localidad:** Huatusco. **Hábitat:** selva mediana subperennifolia. **Nota:** En el ejido Huatusco se observó un ejemplar cazado por un campesino, pero no se pudieron obtener medidas somáticas. esta persona comercializó el ejemplar en el poblado de Bacalar. (Figura 9)

Familia Cervidae

Odocoileus virginianus

Maya: Keh. **Español:** Venado cola blanca. **Inglés:** White-tailed Deer. **Localidad:** CESFB (1), observados: CESFB, X-Hazil, Divorciados. **Hábitat:** Selva secundaria, desmontes,



Figura 9. Pecarí de labios blancos (*Tayassu pecari*).

cultivos agrícolas. **Medidas:** el 2 de abril de 1982 fue encontrado muerto en el CESFB un ejemplar macho, joven, aún con manchas blancas en la piel. Posiblemente fue muerto por un predador. Tenía las cuencas oculares y la cavidad abdominal vacías. Presentaba heridas punzo-cortantes profundas en la base del cráneo. Medía 340 mm hasta la cruz, 540 mm de longitud hasta la base de la cola, longitud de la oreja 89 mm.

Mazama americana

Maya: Yuk. **Español:** Cabrito, Temazate. **Inglés:** Red Brocket. **Localidad:** CESFB (1), Rancho Dos Corazones (1). **Hábitat:** Selva secundaria, selva baja caducifolia. **Medidas:** Un cráneo, macho, LC 189 mm, AC 85 mm. **Nota:** En el CESFB se encontraron huellas de este venado en la selva secundaria y selva baja que rodean una pequeña sabana y un depósito permanente de agua. En este sitio fue encontrado muerto, posiblemente por mordedura de serpiente, un ejemplar de sexo no determinado. En el rancho Dos Corazones se obtuvo el cráneo de un macho que había sido cazado de noche por campesinos en una brecha que atraviesa una selva baja inundada. En dos ocasiones se observó un ejemplar vivo en la selva secundaria del CESFB. (Figura 10)



Fig.ura 10. Temazate (*Mazama americana*).

AGRADECIMIENTOS

El autor desea manifestar su agradecimiento a Juan Nava Solorio por su colaboración en el trabajo de campo y en la preparación de los ejemplares colectados.

LITERATURA CITADA

- BIRNEY, E.C., BOWLES, J.B., TIMM, R.M. and WILLIAMS, S.L. *Mammalian distributional records in Yucatán and Quintana Roo, with comments on reproduction, structure, and status of peninsular populations*. Occas. Papers. Bell Mus. Nat. Hist. 13: 1-25.
- BURT, W.H., DURRANT, S.D., HANDLEY, JR., C.O., HERSHROVITS, P., PETERSON, R.L., SELTZER, H.W. and VAN GOLDER, R.G. 1960. Report of the committee on nomenclature. *J. Mamm.* 41: 537-539.
- DE BLASE, A.F. and MARTIN, R.E. 1981. *A manual of mammalogy with keys to families of the world*. Wm. C. Brown Publishers, U.S.A. 436 pp.
- GARCIA, E. 1981. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen*. 3a ed., México. pp 33-37.
- GARCIA S.M. y SANCHEZ C. 1980. *Situación actual del conocimiento de los mamíferos silvestres del estado de Quintana Roo*. In *Memorias del Simposium: Quintana Roo, problemática y Perspectivas*. CIQRO, Cancún. pp 105-113.
- GAUMER, G.F. 1917. *Monografía de los Mamíferos de Yucatán, México*. Dept. de los Talleres Gráf. de la Secr. de Fomento. 331 pp.
- GENOWAYS, H.H. and JONES, Jr. J.K. 1975. *Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico*. IV. Carnicora, Sirenia, Perissodactyla, Artiodactyla. Occas. Papers. Texas Tech. Univ. 26: 1-22.
- HALL, E.R. 1981. *The mammals of North America*. John Wiley & Sons, U.S.A. Vol. 1:600 pp. Vol. 2:601-1181 pp.
- HATT, R.T. y VILLA R.B. 1950. Observaciones sobre algunos mamíferos de Yucatán y Quintana Roo. *Ann. Inst. Biól.* 21:215-240.

- JONES, J.K., SMITHE, J.D. and GENOWAYS, H.H. 1973. *Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico*. I. Chiroptera. Occas. Papers, Mus. Texas Tech. Univ. 13:1-31.
- JONES, J.K., GENOWAYS, H.H. and LAWLOR, T.E. 1974a. *Annotated checklist of mammals of the Yucatan peninsula, Mexico*. II. Rodentia. Occas. Papers, Mus. Texas Tech. Univ. 22:1-24.
- JONES, J.K., GENOWAYS, H.H., and SMITH, J.D. 1974b. *Annotated checklist of mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico*. III. Marsupialia, Insectivora, Primates, Edentata, Lagomorpha. Occas. Papers, Mus. Texas Tech. Univ. 23:1-12.
- MIRANDA, F. 1958a. *Rasgos fisiográficos de interés para olos estudios biológicos*. In E. Beltrán, (ed). Los recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento, México. IMRNR. Vol. 2:159-173.
- MIRANDA, F. 1958b. *Estudios acerca de la vegetación*. In E. Beltrán, (ed). Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento, México. IMRNR. Vol. 2:213-271.
- PEARSE, A.S. 1945. *La fauna*. In Enciclopedia Yucateca, Gobierno de Yucatán, Mérida. México. Tomo 1:109-270.
- RAMÍREZ, P.R. y PHILLIPS, A.R. 1971. Primer registro de comadreja (*Mustela*) en Quintana Roo, México. *Ann. Inst. Biol.* 39:145-147.
- VILLA, R.B. 1958. *Mamíferos de caza*. In E. Beltrán, (ed). Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovechamiento, México. IMRNR. Vol. 3:124-147.
- WALKER, E.P. 1964. *Mammals of the World*. John Hopkins, U.S.A. Vol. I: 644, Vol. II: 645-1500.

Apéndice. Localidades de colecta y observación de mamíferos en el sur de Quintana Roo, México, Las localidades se encuentran en el municipio de Othón P. Blanco, con excepción de X-Hazil que pertenece al municipio de Felipe Carrillo Puerto. (Figura 1)

Bacalar. 38 km por carretera, al noroeste de Chetumal. los sitios de colecta fueron un huerto familiar localizado 1 km al oeste de la laguna de Bacalar y selva secundaria de 5 m de altura, a 3 km al oeste del poblado.

Campo Experimental San Felipe Bacalar (CESFB). 10 km al norte de Bacalar. Tiene una superficie de 8,000 ha cubiertas por selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia, y diversas fases sucesionales derivadas de esas selvas a causa de incendios y desmontes. Sus límites abarcan parte de las lagunas "San Felipe", "La Virtud", y "Bacalar".

Divorciados. 45 km al NW de Bacalar. Se colectó en una selva mediana subperennifolia (18 m de altura) en proceso de extracción de madera que se encuentra a 10 km al NW del poblado.

Río Verde. 95 km, por carretera, al NW de Bacalar. Se colectó en dos sitios de este ejido: una selva mediana subperennifolia a 14 km al NW del poblado ejidal y una selva baja caducifolia a 14 km al NE del mismo poblado.

Rancho Dos Corazones. 20 km al NW de La Unión, ejido Nuevo Guadalajara. Se colectó en la selva mediana subperennifolia de los alrededores de este rancho y en un platanar, un potrero y en la orilla de un depósito natural de agua, conocido regionalmente como "aguada".

Xcalak. 50 km al SE de Chetumal. Se colectaron murciélagos bajo el puente de acceso al poblado, en la orilla de un estero circundado por manglar.

Punta Gavilán. 10 km al N de Xcalak. Duna costera con predominancia de elementos arbustivos como *Coccoloba uvifera*, formando extensos matorrales.

X-Hazil. 25 km al S de Felipe Carrillo Puerto. Selva mediana subperennifolia, sabana, y diversas fases sucesionales de la vegetación secundaria. Se colectaron murciélagos en una selva mediana subperennifolia a 2 km al S del poblado.

A continuación se mencionan localidades en donde se hicieron colectas y observaciones de manera casual:

Blanca Flor. 27 km al NW de Bacalar. Vegetación secundaria. Colinda con el CESFB.

Huatusco. 50 km al NW de Bacalar. Selva mediana subperennifolia.

Manuel Avila Camacho. 40 km al N de Bacalar. Selva mediana subperennifolia, selva baja caducifolia.

Lázaro Cárdenas. 20 km al NW de Bacalar. Vegetación secundaria. Colinda con el CESFB.

HABITOS ALIMENTICIOS DE LA ZORRA, COYOTE Y GATO MONTES EN LA SIERRA TARASCA.

Miguel Angel SALAS PAEZ*

RESUMEN

Este estudio se realizó de 1984 a mediados de 1986, en la Sierra Purépecha, localizada en la región centro-noroeste del estado de Michoacán, y contribuye al conocimiento de los hábitos alimenticios de la zorra, coyote y gato montés en la zona, cuya vegetación dominante es el bosque de pino-encino. Se colectaron un total de 402 excretas, que corresponden a: 89 de zorra; 170 de coyote y 143 de gato montés; se separó el material contenido en ellas como pelo, cráneos, huesos, dientes, semillas, insectos, etcétera. Se utilizó, como referencia para la identificación de las especies de mamíferos, la colección regional del CIFAP-Michoacán.

La zorra se alimenta de insectos y frutas en mayor proporción y ocasionalmente con mamíferos y aves. Las principales presas del coyote fueron: *Zygoeomys trichopus*, *Sciurus aureogaster* y *Pappogeomys gymnurus*, aunque es un animal oportunista, los insectos, frutas y semillas forman parte importante en su dieta; el gato montés es el carnívoro con hábitos alimentarios más definidos y sus presas preferidas fueron: *Zygoeomys trichopus*, *Sylvilagus floridanus* y *Pappogeomys gymnurus*. Aún cuando existen variaciones en sus preferencias alimentarias en los diferentes períodos del año, no se encontraron diferencias significativas en la selección de éstos, en coyote y gato montés.

INTRODUCCION

A los carnívoros tradicionalmente se le ha considerado más como organismos perjudiciales que benéficos, porque se les asocia como causantes de las pérdidas de animales que sufren los ganaderos y granjeros. Sin embargo, se ha observado que depredan

* Biól. Investigador de la Red de Domesticación. Campo experimental "Uruapan" CIFAP-Michoacán, INIFAP.

también, animales dañinos para el hombre, como roedores y conejos. La gente del campo se inclina a pensar que los depredadores deben ser erradicados (Salazar, 1932). En la actualidad, esta situación no ha cambiado mucho a pesar de lo que se ha avanzado en el conocimiento de las relaciones de los organismos con su medio ambiente.

En nuestro país la situación es un poco confusa, ésto se debe en gran medida a que se han realizado pocos estudios acerca de los hábitos alimentarios de los depredadores. El estudio científico ha probado ser una de las herramientas esenciales para comprender y aprovechar la fauna silvestre, ya que, conociendo los hábitos de las aves y mamíferos, se obtienen bases sólidas para emitir juicios sobre los perjuicios o beneficios de una especie, además se estará en posibilidad de modificar su medio ambiente, para preservar o controlar las poblaciones (Korschgen, 1977).

Los objetivos del presente trabajo son: Conocer los hábitos alimentarios de la zorra (*Urocyon cinereoargenteus*); coyote (*Canis latrans*); y gato montés (*Lynx rufus*), mediante la identificación del material contenido en las excretas de estos carnívoros, además de sentar las bases para un manejo futuro de las poblaciones de depredadores, a través del conocimiento de su relación con su habitat.

ANTECEDENTES

Desde 1909 se ha discutido y perfilado la forma como los estudios sobre hábitos alimentarios aportaban información no sólo sobre el tipo de alimentos preferidos por cada especie, sino también sobre los hábitos y su distribución; dentro de esta discusión se resaltó la importancia de las excretas y rastros, lo que conjuntamente aporta una importante información acerca de los organismos, que a menudo son los únicos testimonios de la presencia de ciertos animales (Seton, 1925). Desde entonces, utilizando las excretas, se han hecho innumerables trabajos para conocer los hábitos alimenticios de los carnívoros depredadores, entre los que podemos mencionar:

Progulske en 1955, concluyó que el conejo y la ardilla gris son los alimentos más importantes para el gato montés en Virginia y Carolina del Norte; Gashwiler *et al* en 1960, señaló al conejo y a la liebre como los alimentos más importantes del gato montés en Utah y Nevada, pero que los pequeños roedores son parte fundamental de su complemento alimenticio; Jhonson y Aldred en 1982, trabajaron con la depredación que ejerce el gato montés en la ardilla gris y el conejo y con las partes no digeribles y por lo tanto más fáciles de detectar en una excreta.

Entre los trabajos sobre el coyote, utilizando las excretas para determinar sus hábitos alimenticios, están el realizado por Murie en 1945, quien encontró que cuando las presas

naturales, como el conejo, son escasas, depredan el ganado; Weaver en 1979, comparó el tamaño de las excretas de coyote y lobo, encontrando, en promedio que son más pequeñas las del coyote, lo que permite relacionarlas con las presas de cada uno: Weaver y Hoffman trabajaron en 1979, con coyotes en cautiverio para estimar el número de presas detectadas por medio de excretas, y no sobre o subestimarlas, sin embargo señalan la necesidad de realizar más pruebas.

En 1982, Danner y Dod encontraron que las principales presas del coyote en Arizona son conejos, codornices y diferentes frutos; comparan los diámetros promedio de las excretas de zorra gris y coyote para poder diferenciarlas de los lugares donde estas especies son simpátricas, otros trabajos acerca de la zorra son el de Ozoga *et al.* (1982) donde se menciona que *Peromyscus* y *Microtus*, están siempre presentes en su alimentación, pero hay meses en que los insectos y frutas son los alimentos que prevalecen. Yoneda en 1982, estudió los hábitos alimentarios de la zorra roja, encontrando que en primavera el consumo de pequeños roedores fue fundamental en su dieta, pero en otoño el consumo de frutas y semillas aumentó considerablemente.

En cuanto al estudio de los hábitos alimentarios de los depredadores en México sólo se revisaron los trabajos de Lafón de 1983, quien encontró que la dieta del coyote en el noroeste del estado de Chihuahua presenta variantes de acuerdo con la época del año y el de Hernández en 1985, quien estudió la zorra del desierto (*Vulpes macrotis*) en dos zonas de los estados de Durango y Sonora, y concluyó que en Sonora el 82.6 por ciento de la dieta la constituía la rata canguro (*Dipodomys* sp.) y que en Durango su espectro alimentario era más variado, incluye lagomorfos y otros pequeños mamíferos.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio

El área de estudio, localizada en la parte centro noroeste del estado de Michoacán, está comprendida entre los 19°10' y 20°00' de latitud norte y los 101°30' y 102°50' de longitud oeste, con una superficie aproximada de 630,000 ha. (Gómez-Tagle y Madrigal, 1981).

Presenta dos grupos climáticos bien definidos de acuerdo con el sistema de Köppen modificado por García (1973), en la parte norte, se encuentra un clima templado subhúmedo de tipo C (W₂) (W) (b) ig, con una temperatura media anual de 14 C; la precipitación pluvial es de aproximadamente 1,200 mm al año, con un porcentaje de lluvias invernales menores al 5 por ciento de la anual. En la parte sur el clima es semicálido subhúmedo de tipo (A) C (W₂) (W)(b)(i)g, el más cálido de los templados C, con temperatura media anual de 18 C, la precipitación es de 1,350 mm anuales con un porcentaje de lluvia invernal igual al 5 por ciento.

En cuanto a la geología, ésta es volcánica, representada por basaltos andesitas, tobas, arena y cenizas. Los suelos son básicamente forestales, presentando una buena productividad y corresponden a las unidades Andosol, Litosol, Luvisol, Regosol, Cambisol y Vertisol (Gómez-Tagle, 1984). La altitud oscila entre los 1,600 y 3,000 msnm.

La fauna, formada por especies de afinidades neárticas y neotropicales (Alvarez y Lachica, 1974); Orduña y Salas (1986), reportaron un total de 62 especies de mamíferos para la región. En cuanto a la población humana dentro de la Sierra, representa más de la cuarta parte de la población total del Estado, según el censo de población de 1980. El grupo étnico dominante es el de los Tarascos o Purépechas. La silvicultura, seguida por la agricultura, son las principales actividades en la zona. (DGIAI, 1981).

La vegetación dominante es el pino-encino, estimando que ocupa 264,192 ha, el 43.9% del área total (Gómez-Tagle y Madrigal *op. cit.*). Entre las especies de pinos y encinos con más amplia distribución tenemos a *Pinus leiophylla*, *P. montezumae*, *P. lawsonii*, *P. pseudostrobus*, *P. michoacana*, *Quercus crassipes*, *Q. rugosa* y *Q. castanea*. También se pueden encontrar otras especies arbóreas como: *Clethra mexicana*, *Tilia mexicana*, *Alnus jonullensis*, *Cornus disciflora*, *Crataegus pubescens* y *Abies religiosa*.

Colectas

Se realizaron 113 transectos de 5 X 700 m (Jhonson & Hansen, 1979) para coleccionar excretas; se obtuvieron para su análisis, 402 excretas, de las cuales 170 fueron de coyote; 143 de gato montés y 89 de zorra. Se utilizó el libro de Murie (1974) para identificarlas sin tener alguna duda sobre excretas que se coleccionaron de enero de 1984 a mayo de 1986.

El material coleccionado fue colocado en agua dentro de un tamiz de 2 mm durante 24 hrs, en seguida usando agua tibia, se agitaron hasta que el agua saliera limpia, eliminando así el material soluble. Se dejaron secar las muestras, todo el material no soluble fue separado a mano según el grupo al que perteneciera (mamíferos, aves, materia vegetal, insectos).

El material obtenido, fue identificado por comparación con la colección de referencia sobre mamíferos que se tiene en el CIFAP-Michoacán. El material vegetal fue identificado con ayuda del biólogo Miguel Angel Bello G. del CIFAP-Michoacán.

Para analizar el material contenido en las excretas, se dividió en dos períodos: otoño-invierno (O-I) y primavera-verano (P-V), esto debido a que en otoño-invierno se cosecha la mayoría de los productos agrícolas en la zona y por otro lado, se reduce en gran proporción el número de excretas para su estudio. Con esta información se obtuvo

el porcentaje que cada grupo consume de las especies estudiadas, así como la frecuencia de ocurrencia por grupo identificado. (El número en el paréntesis indica la cantidad de excretas analizadas en cada estación, Cuadro 1).

La prueba de T o "Student" fue usada para comparar porcentajes.

RESULTADOS

Los restos no digeribles, encontrados en las excretas de la zorra, el coyote y el gato montés, fueron de diverso origen animal y vegetal, y se dividieron en los siguientes grupos: mamíferos, aves, insectos, material vegetal y otros.

Los porcentajes para los períodos estudiados, incluyendo el anual, aparecen en las Figuras 1, 2 y 3. En los Cuadros 1, 2 y 3, se muestran las especies que pudieron ser identificadas dentro de cada grupo, registrando su frecuencia de aparición en el número total de excretas analizadas para cada período.

Restos de mamíferos fueron encontrados en un 49.7 por ciento en O-I (otoño-invierno) y 45.5 por ciento en P-V (primavera-verano) para el coyote (Figura 1); en las excretas de gato montés los porcentajes fueron 81.1 por ciento en O-I y 87.4 por ciento en P-V

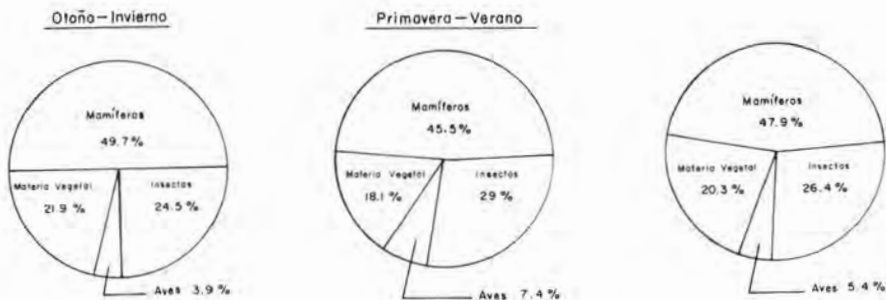


Figura 1. Contenido (%) de los diferentes grupos de alimentos que ingiere el coyote en la Sierra Tarasca, Michoacán.

(Figura 2), por último, para la zorra el porcentaje de mamíferos fue de 14.6 por ciento en O-I y 30.1 por ciento en P-V (Figura 3). Es aquí donde se encuentra la variación más grande entre los porcentajes en las diferentes estaciones. La tuza *Pappogeomys gymurus* fue el mamífero que más consumió el coyote y el gato montés, tanto en O-I como en P-V, la zorra, sólo en el período de P-V, consumió a la tuza en un porcentaje muy bajo con respecto al total de ese período (3.9%).

Otros mamíferos que consumió el coyote fueron *Sciurus aureogaster*, *Zygoeomys trichopus*, cuatro especies de *Reithrodontomys*, tres especies de *Peromyscus*, *Neotoma mexicana*, *Microtus mexicansis*, *Sylvilagus floridanus* y *Sygmodon hispidus*. La frecuencia de ocurrencia para cada uno, en los diferentes períodos, aparecen en el Cuadro 1. Respecto al gato montés, las otras especies de mamíferos que consumió fueron *Sylvilagus floridanus*, *Pappogeomys gymnurus*, *Sciurus aureogaster*, *Dasyopus novemcinctus*, *Microtus mexicanus*, *Sygmodon* sp., cuatro especies de *Reithrodontomys* y tres especies de *Peromyscus*. En el Cuadro 2 se observan las frecuencias para cada una de las especies. En cuanto a la zorra se encontró que además de la tuza mencionada, consume *Peromyscus* spp. y *Reithrodontomys* spp. así como un porcentaje considerable de mamíferos no identificados, (Cuadro 3).

CUADRO 1. FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE LOS DIFERENTES ALIMENTOS EN 170 EXCRETAS DE COYOTE COLECTADOS EN LA SIERRA PUREPECHA.

MAMIFEROS:	O-I (99)	P-V (71)	% O-I	% P-V
<i>Pappogeomys gymnurus</i> (Tuza)	16	6	16.2	8.5
<i>Sciurus aureogaster</i> (Ardilla)	17	10	17.2	14.1
<i>Zygoeomys trichopus</i> (Tuza)	46	47	46.5	66.2
<i>Reithrodontomys megalotis</i> (Ratón)	15	14	15.2	19.7
<i>Neotoma mexicana</i> (Rata)	11	-	11.1	
<i>Microtus mexicanus</i> (Ratón)	11	-	11.1	
<i>Peromyscus boylii</i> (Ratón)	10	7	10.1	9.9

continúa...

...continuación Cuadro 1

MAMIFEROS	O-I (99)	P-V (71)	% O-I	% P-V
<i>Sylvilagus floridanus</i> (Conejo)	9	-	9.1	-
No identificados	-	11	-	15.5
<i>Reithrodontomys</i> spp (Ratón)	8	5	8.1	7
<i>Peromyscus</i> spp (Ratón)	-	5	-	7
<i>Syngnathus hispidus</i> (Rata)	6	-	6.1	-
<i>R. mexicanus</i> (Ratón)	1	-	1	-
<i>R. fulvescens</i> (Ratón)	1	-	1	-
<i>P. aztecus</i> (Ratón)	1	-	1	-
INSECTOS				
Orthopteros	35	35	35.4	49.3
Coleopteros	29	25	29.3	35.2
Pupas	11	6	11.1	8.5
<i>Phyllofaga</i> sp.	-	1		1.4
OTROS				
Semillas	34	24	34.3	33.8
Gramíneas	22	12	22.2	16.9
Plumas	12	17	12.1	23.9
Frutos	6	6	6.1	8.5
<i>Zea mays</i> (Maíz)	3	-	3.0	-
<i>Crataegus mexicanus</i> (Tejocote)	1	-	1.0	-
<i>Persea americana</i> (Aguacate)	1	-	1.0	-

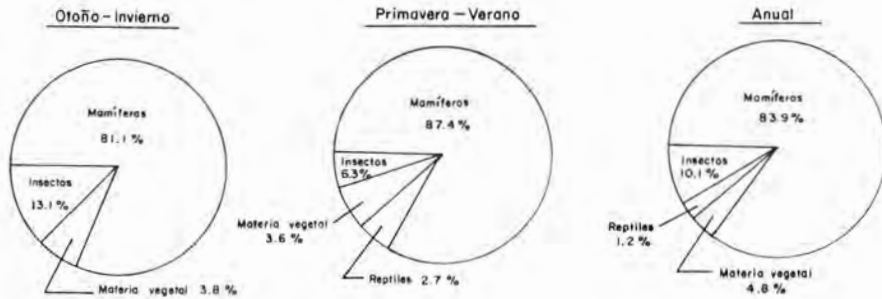


Figura 2. Contenido (%) de los diferentes grupos de alimentos que consume el gato montés.

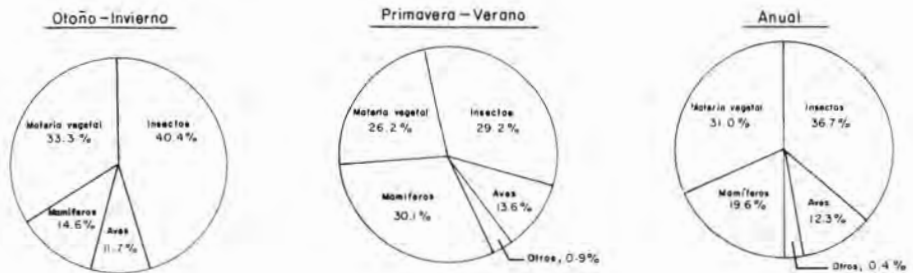


Figura 3. Contenido (%) de los diferentes grupos de alimentos que consume la zorra.

CUADRO 2. FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE LOS DIFERENTES ALIMENTOS EN 143 EXCRETAS DE GATO MONTES EN LA SIERRA PUREPECHA.

MAMIFEROS	O-I (93)	P-V (50)	% O-I	% P-V
<i>Pappogeomys gymnurus</i> (Tuza)	-	10	-	20
<i>Sylvilagus floridanus</i> (Conejo)	6	12	6.5	24
<i>Zygoeomys trichopus</i> (Tuza)	58	20	62.7	40
<i>R. megalotis</i> (Ratón)	12	6	12.9	12
<i>P. boylii</i> (Ratón)	12	7	11.8	14
No identificados	9	6	9.7	12
<i>Sciurus aureogaster</i> (Ardilla)	-	9	-	18
<i>Dasypus novemcinctus</i> (Armadillo)	2	6	2.2	12
<i>Peromyscus</i> spp (Ratón)	3	6	3.2	12
<i>P. truei</i> (Ratón)	6	-	6.5	-
<i>Microtus mexicanus</i> (Ratón)	2	5	2.2	10
<i>Reithrodontomys</i> spp (Ratón)	2	4	2.2	8
<i>R. sumichrasti</i> (Ratón)	-	3	-	6
<i>Sigmodon</i> sp. (Rata)	-	1	-	2
<i>R. chrysopsis</i> (Ratón)	-	2	-	4
OTROS				
Insectos	18	7	19.8	14
Gramíneas	5	3	5.8	6
Reptiles	-	3	-	6
Frutos	1	-	1.1	-
Semillas	2	1	2.2	2

CUADRO 3. FRECUENCIA DE OCURRENCIA DE LOS DIFERENTES ALIMENTOS EN 89 EXCRETAS EN ZORRA EN LA SIERRA PUREPECHA.

INSECTOS	O-I (57)	P-V (32)	% O-I	% P-V
Orthopteros	34	13	59.6	40.7
Coleopteros	30	11	52.6	34.2
Otros insectos	18	6	31.6	18.8
Pupas	4	-	7.0	-
AVES				
<i>Junco phaeonotus</i> (Gorrión)		3	-	9.3
No identificadas	24	11	42.1	34.4
<i>Gallus domesticus</i> (Gallina doméstica)	1	-	1.8	-
MAMIFEROS				
No identificados	18	7	31.5	21.9
<i>Peromyscus</i> spp. (Ratón)	7	10	12.3	31.3
<i>Reithrodontomys</i> spp (Ratón)	6	10	10.5	31.3
<i>Zygoeomys trichopus</i> (Tuza)	-	4	-	12.5
MATERIAL VEGETAL				
Frutas	35	13	61.4	40.5
<i>Coriaria ruscifolia</i>	23	8	40.4	25.0
Gramíneas	6	5	10.5	15.6
Crucíferas	4	-	7.0	-
<i>Zea mays</i>	3	-	5.3	-
<i>Solanum</i> sp.	-	1	-	3.1
OTROS				
Papel, Tela, Cinta adhesiva	-	1	-	3.1

Los insectos comprenden un 24.5% en el período O-I y un 29% en P-V, representando el 26.4% en la dieta anual del coyote (Figura 1); para el gato montés los insectos representan el 13.1% en O-I y 6.3% en P-V, correspondiéndole el 10.1% anual (Figura 2).

En la zorra el porcentaje de insectos en su dieta es más alto, en el período O-I es de 40.4% y 29.2% en P-V, representando el 36.7% de su dieta anual (Figura 3).

Con respecto a otros vertebrados (Cuadros 1, 2 y 3), sólo en el coyote y la zorra se encontraron restos de aves; 3.9% en O-I, 7.4% en P-V, es decir, 5.4% del total anual para el coyote; en la zorra se encontró un 11.7% en O-I, 13.6% en P-V, correspondiéndole un 12.3% del total. En las excretas del gato montés se encontraron restos de reptiles aunque su porcentaje fue relativamente bajo, 1.2% de la dieta anual, y sólo en las muestras de P-V.

De material vegetal, se encontraron en las muestras analizadas los siguientes resultados: para el coyote representan el 21.9% en O-I, 16.1% en P-V y 20.3% del total (Figura 1), aquí se incluyen semillas, frutos, gramíneas, entre otros. Para el gato montés los porcentajes son de 5.8% en O-I y 3.6% en P-V, lo cual representa el 4.8% de su dieta anual; el material vegetal que consume el gato montés está compuesto de gramíneas (3.2% del total), semillas y frutos (1.2% y 0.4% respectivamente) (Figura 2). En la zorra los porcentajes de material vegetal consumido fue de 33.3% en O-I, 26.2% en P-V y 31% de la dieta anual, que son los porcentajes más altos en las tres especies estudiadas.

Por medio de la prueba T o "Student", se compararon los porcentajes de los dos períodos, con respecto al porcentaje anual, de los diferentes grupos de alimentos consumidos por los depredadores estudiados, encontrándose que no hay diferencia significativa en ninguno de los casos (Cuadro 4).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de los hábitos alimenticios de estas especies, son muy similares a lo reportado por la literatura (Bekoff, 1982; Mc Cord & Cardoza, 1982 y Samuel & Nelson, 1982) con la salvedad de que las especies sobre las que depredan son diferentes, lo cual no es raro, pues éstas varían de región a región.

Murie (1945), menciona que el coyote busca principalmente mamíferos, pero que está alerta a cualquier oportunidad de depredar otros vertebrados e invertebrados. En una revisión sobre los estudios de los hábitos alimenticios del gato montés, Mc Cord & Cardoza (*op. cit.*) señalan, que éste como muchos otros depredadores, intenta comer

CUADRO 4. PRUEBA T PARA COMPARAR LOS DIFERENTES GRUPOS CONSUMIDOS POR LOS DEPREDADORES ESTUDIADOS, ENTRE LOS DOS PERIODOS ANALIZADOS Y EL PROMEDIO ANUAL.

	Coyote		Gato montés		Zorra	
	Tc	Tf	Tc	Tf	Tc	Tf
Mamíferos	-0.1435	2.776	Mamíferos	0.111	Insectos	-0.339
Insectos	-0.306	2.776	Insectos	0.117	Aves	0.368
Aves	0.142	2.776	Material vegetal	0.909	Mamíferos	0.354
Material vegetal	0.157	2.776	Reptiles	0.703	Material vegetal	0.352
					Otros	0.111
						2.776

- Grado de significancia 95%.

- Grado de libertad.

todo lo disponible, incluso insectos, pero que la depredación de mamíferos es la más importante.

En lo que se refiere a la zorra, Samuel Nelson (*op. cit.*) menciona que consume en función del alimento disponible, pero en una época los vertebrados son los más importantes y en otra lo son los insectos y frutos, esto concuerda con los resultados obtenidos en el presente trabajo.

El hecho que el coyote, el gato montés y la zorra presenten un número elevado de especies de las que se alimentan, parece sustentar la teoría de que depredan lo que está disponible, sin embargo, en estudios más profundos se ha encontrado que *buscan mucho* para alimentarse y a partir de esto seleccionan su alimento (Murie, 1946, Tinbergen, 1960, Cornell, 1976, citados por Jhonson & Hansen (*op. cit.*)). Podemos concluir que dentro de su oportunismo, son selectivos en sus presas; esto puede aplicarse, sobre todo al coyote y al gato montés, debido a que no hay gran diferencia entre un período y otro en el porcentaje de sus presas principales, por lo menos de los taxas, esto quiere decir que prefieren un mamífero como presa, a cualquier otro alimento.

Es notorio que ninguna de las presas principales, es un mamífero grande, no se han encontrado rastros en ninguna excreta. Esto puede deberse por un lado a la necesidad de coleccionar muchas más muestras y por otro, a la disminución de las poblaciones de venado en la zona, lo que si parece raro es que el porcentaje de conejos en las excretas no sea más elevado; de acuerdo con la información de los lugareños, parece ser que sus poblaciones han disminuido mucho en los últimos años. Esto podría explicar porqué es la tuza el principal mamífero depredado por el coyote y el gato montés, aparte que sus poblaciones se han incrementado debido a las condiciones creadas por el hombre en sus campos de cultivo.

Otro punto importante para estos dos depredadores, es que sus principales presas son más grandes que el resto de los componentes de su dieta.

Pappogeomys gymmurus, es la presa con mayor frecuencia de ocurrencia para el coyote y para el gato montés, siendo una de las plagas más importantes en el área, estos dos carnívoros juegan un papel destacado en el control natural, pero la gente no tiene conciencia de esto; es muy frecuente la caza de estos depredadores sin razón.

A pesar de que *Pappogeomys gymmurus*, es la presa principal del coyote y del gato montés, éstos no entran en competencia al cazar, porque sus conductas son diferentes. El primero es más activo en el día, y el segundo es más bien crepuscular. Marshall & Jenkis (1946), citado por Mc Cord & Cardoza, (*op. cit.*), encontraron que los gatos monteses eran más activos desde tres horas antes de la puesta del sol hasta media noche

y de una hora antes de la salida del sol, hasta cuatro horas después, además el gato montés tiende a cazar en terrenos rocosos o cerca de ellos, mientras el coyote lo hace más en terrenos abiertos, ya que es un perseguidor fundamentalmente. Los resultados del presente trabajo apoyan lo mencionado por Bayley (1972, citado por Mc Cord & Cardoza, *ibid.*), quien concluye que existe poca competencia entre los coyotes y los gatos monteses, y que ambas especies pueden existir simpátricamente.

Tanto el coyote como el gato montés, depredan numerosas especies de ratas y ratones; dos especies de ratas y ocho de ratones para el coyote y ocho especies de rata y ocho de ratones para el gato montés. Esto concuerda con lo mencionado por Gashwhiler *et al.* (*op. cit.*), en el sentido de que los pequeños roedores son parte importante de su complemento dietético.

Con base en estos resultados, podemos señalar que la depredación de animales domésticos no es común, puesto que sólo se encontraron restos de gallina doméstica en una excreta de zorra; en cambio si actúan en contra de organismos que causan daños significativos a los cultivos y que perjudican al hombre, por esta razón se les puede considerar como especies benéficas, para la agricultura y la ganadería.

Es solamente en la zorra donde se presentan cambios notables en sus hábitos alimenticios, entre las diferentes estaciones, como puede observarse en la Figura 1. En O-I el consumo de insectos es mayor que en P-V, la diferencia del consumo de mamíferos entre los dos periodos es notoria.

Si se toma como referencia el número de excretas colectadas, podemos decir que la población de zorras es menos numerosa que la del gato montés y la del coyote.

De lo discutido anteriormente, concluimos lo siguiente:

- Las especies estudiadas no entran en competencia para obtener el alimento.
- El coyote y el gato montés, ejercen una importante presión sobre las poblaciones de tuzas y de otros pequeños mamíferos considerados como plaga.
- En el coyote y gato montés no se encontraron grandes variaciones en su dieta a lo largo del año.

Es necesario continuar con este tipo de estudios para conocer, a lo largo del año, cuales son las preferencias alimenticias del coyote, del gato montés y de la zorra, y de esta manera obtener conocimiento para el manejo de cualquiera de ellas.

Se deben realizar, paralelamente, estudios sobre el tamaño de las poblaciones de estos tres depredadores y sobre los rangos de distribución para completar la información para un manejo adecuado.

LITERATURA CITADA

- ALVAREZ, T. y DE LACHICA, F. 1974. "Zoogeografía de los vertebrados de México", en "El escenario geográfico" E. INAH. Méx. pp 221-296.
- BEKOFF, M. 1982. "Coyote". In "Wild Mammals of North America". The Johns Hopkins University Press. Cap. 20: 447-459.
- DANNER, D.A. & DODD, N. 1982. "Comparison of coyote and gray fox scats diameters". J. Wildl. Magmt. 46(1):240-241.
- DGIAI. 1981. "X Censo general de población y vivienda 1980: resultados preliminares a nivel nacional y por entidad federativa", México, 97 p.
- GARCÍA, E. 1973. "Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen" UNAM. México, D.F.
- GASHWILER, J.S., ROBINETTE, W.L. & MORRIS, O.W. 1960. "Foods of Bobcats in Utah and Eastern Nevada". J. Wildl Magmt. 24(2): 226-229.
- GÓMEZ-TAGLE, R. A. 1984. "Condiciones Generales de los Recursos Naturales de la Sierra Tarasca, Mich.", *Primer Encuentro Purépecha sobre el Manejo de los Recursos Naturales*. SEDUE-INI-DGCM-Gob. del Estado de Michoacán, México.
- _____ y MADRIGAL, X. 1981. "La vegetación y los suelos forestales de la Sierra Tarasca. Mem. del VIII Congreso de Botánica.
- HERNÁNDEZ, L. 1985. "Alimentación de *Vulpes macrotis* (Merriam, 1888) en dos desiertos de México". *Octavo Congreso Nacional de Zoología*, Saltillo, Coahuila. México.
- JHONSON, M.K. & HANSEN, R. M. 1979. "Coyote food habits on the Idaho National Engineering Laboratory". J. Wildl. Mgmt. 43(4): 951-956.
- _____ & D.R. ALDRED 1982. "Mammalian prey digestibility by bobcats". J. Wildlife Mgmt 46(2):

- KORSCHGEN, L.J. 1977. "Procedures for food-habits analyses" in *Wildlife Management Techniques* Chapter 15: 233-250.
- LAFÓN, A. 1983. "Composición de la dieta del Coyote" *Nota Técnica No 1. Centro de Investigaciones Forestales del Norte*. INIF. SARH. México, 10 pp.
- MC CORD, CH.M. & CARDOZA, J.E. 1982. "Bobcat and Linx". In *Wild Mammals of North America*. The Johns Hopkins University Press. Cap. 39: 728-766.
- MURIE, O.J. 1945. "Notes on coyote food habits in Montana and British Columbia". *J. Mammal.* 26:33-40.
- 1974. *A Field Guide to Animal Tracks*. Houghton Mifflin Company, Boston, 376 p.
- ORDUÑA, T.C. y M.A. SALAS P. 1986. "Determinación de mamíferos relacionados con suelos de ando en al Meseta Tarasca". 2o. Seminario de Suelos de Ando. Pátzcuaro, Mich., (Inédito).
- OZOGA, J.J., BIENZ, C.S. & VERME, L.J. 1982. "Red Fox Feeding Habits in Relation to Fawn Mortality". *J. Wildl. Magmt.* 46(1):242-243.
- PROGULSKE, D.R. 1955. "Game animals utilized as food by the bobcat in Southern appalachians". *J. Wildl Magmt.* 19: 249-253.
- SALAZAR, J.B. 1932. *Animales Mexicanos*. Ed. del Autor. México, D.F.
- SAMUEL, D.E. & NELSON, B.B. 1982. "Foxes". In *Wild Mammals of North America*. The Johns Hopkins University Press. Cap. 22: 475-490.
- SETON, E.T. 1925. "On Study of scatology". *J. Mamm.* 6(1): 47-49.
- WEAVER, J.L. 1979. "Comparison of coyote and wolf scat Diameters" *J. Wildl Magmt.* 43(3): 786-788.
- & HOFFMAN, S.W. 1979. "Differential Detectability of Rodents in Coyote Scats". *J. Wildl Mgmt.* 43(3) 783-786.
- YONEDA, M. 1982. "Influence of Red Fox Predation upon a Local Population of Small Rodents". *Appl. Ent. Zool.* 17(3): 308-318.

RELACION AREA SIEMBRA ESCURRIMIENTO PARA CULTIVOS TEMPORALES ANUALES Y PERENNES EN EL ALTIPLANO POTOSINO

José VILLANUEVA DIAZ *

RESUMEN

El presente estudio propone un modelo matemático, para el aprovechamiento de lluvia *in situ*, en la producción de cultivos en zonas áridas y semiáridas. En el modelo intervienen variables físicas de suelo, profundidad radical, requerimientos hídricos del cultivo y probabilidad de ocurrencia de lluvia anual. La integración de éstos factores deriva en una relación área siembra escurrimiento, con la cual se satisfacen teóricamente los déficits hídricos del cultivo.

Debido a que el análisis de clima se realiza con base en probabilidades, un cultivo puede verse sujeto a déficit hídrico, por ello se sugiere que al validar ésta tecnología se trabaje con especies tolerantes a la sequía, así como cuantificar precipitación, escurrimientos, evaporación y crecimiento de la raíz en función del tiempo y de la humedad disponible.

SUMMARY

This study proposes a mathematical model for the rainfall use *in situ*, in the production of crops in arid and semi-arid lands. This model includes physical characteristics of soil, radicle depth, cultivation hydric requirements of the crop and annual rainfall probability of occurrence. The integration of these facts derives on the sowing relationship drainage areas, for the satisfactory of the theoretical hydric shortages of cultivation crop.

* Ing. Agr. M.C. Investigador adjunto del Proyecto de Investigación Uso Múltiple de los Recursos Forestales. CIFAP. San Luis Potosí, S.L.P.

As the analysis of climate is carried out in base of probabilities the cultivation can be subjected to a hydric shortage, It is suggested in the validation of this technology to work with species tolerant to draught, as well as to quantificate rainfall, drainage, evaporation and growth of root in base of time and availability of humidity.

INTRODUCCION

Más del 50% de la superficie de México se encuentra ocupada por zonas áridas y semiáridas. En éstos lugares la agricultura practicada es básicamente de temporal, la cuál es aleatoria, debido a las condiciones climatológicas de éstas zonas, caracterizadas por presentar precipitaciones erráticas y muchas veces torrenciales, lo que origina déficits hídricos en los cultivos, mismos que no completan su ciclo vegetativo.

Ante ésta incertidumbre los habitantes del semidesierto, emigran a regiones con mejores perspectivas de vida. Desgraciadamente, aunque la importancia de las zonas áridas y semiáridas es grande, esporádicamente se han realizado estudios valiosos.

Una alternativa para el mejoramiento de éstas zonas es utilizar los recursos hídricos, mediante el uso de los escurrimientos superficiales para lograr así el establecimiento y producción de especies agrícolas, forestales y frutícolas, además de mejorar la economía nacional y de la población que las habita. Con base en lo anterior el estudio propuso los siguientes objetivos.

1. Determinar un modelo matemático para delimitar la relación teórica entre área de siembra y área de escurrimiento, en el establecimiento de cultivos agrícolas, forestales y frutícolas.
2. Desarrollar una metodología para la obtención de las variables involucradas en el modelo.
3. Mediante el modelo propuesto, obtener las relaciones teóricas área siembra escurrimiento para los cultivos tradicionales como maíz, frijol y algunos otros que por su interés frutícola o forestal resultan primordiales para el desarrollo de regiones como el Altiplano Potosino.

ANTECEDENTES

Las zonas áridas y semiáridas. Mucho se ha discutido sobre la delimitación de las zonas áridas del mundo; dicha subdivisión ha sido basada en criterios personales mismos que

difieren de acuerdo con cada autor. Sin embargo, las causas determinantes de la aridez, obedecen fundamentalmente al relieve continental y a la circulación general de la atmósfera como lo asentó Contreras en 1955.

La Comisión Técnico Consultiva para la Determinación regional de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA), considera, para las características climáticas de México, como zonas áridas, aquellos lugares con precipitación inferior a 350 mm anuales, temperatura media anual entre 15 y 25 C y de 8 a 12 meses de sequía. La superficie de México con estas características es de 56,700,000 ha.

La misma Comisión define que las zonas semiáridas tienen una precipitación inferior a 600 mm, una temperatura media de 18 a 25 C y de 6 a 8 meses de sequía. La superficie de México con éstas condiciones es de 23,340,000 ha.

Definición de técnicas de captación de agua.

Myers en 1964 mencionó que cosecha de agua es la captación de los escurrimientos provocados al caer la lluvia sobre una superficie previamente tratada para disminuir su capacidad de infiltración de los acuíferos artificiales del terreno.

Un sistema de captación de agua de lluvia se conforma básicamente de dos partes: a) área de escurrimiento, tiene como función coleccionar el agua de lluvia y llevarla hasta el lugar, b) área de almacenamiento.

Al aplicar esta técnica *in situ* a la agricultura, se originan las denominadas microcuencas de captación de agua de lluvia, cuyo tamaño depende de cuatro factores: magnitud de lluvia, retención de humedad del suelo, coeficiente de escurrimiento y necesidades de agua del cultivo como lo mencionó Anaya *et al.* en 1976.

Captación de agua de lluvia, una alternativa de producción en zonas áridas y semiáridas. Fangmeir citado por Tovar en 1977, mencionó que la producción de cosechas en zonas áridas y semiáridas mediante el uso de microcuencas de captación de agua de lluvia, abre nuevas perspectivas para utilizar mejor las regiones donde la precipitación pluvial es limitada, por lo que se debe considerar que la lluvia ocurre durante un período favorable al crecimiento de las plantas, y el volumen de agua escurrido es suficiente para satisfacer las necesidades mínimas de las plantas.

La efectividad de las prácticas en la conservación de humedad mediante el control de escurrimientos y cosecha de agua, para evitar daños por sequía, requiere no sólo de aumentar el almacenamiento de agua en el suelo, sino también condiciones de suelo favorables a un sistema de raíces profundo, amplio y denso que permita remover

cantidades considerables de humedad, para abastecer las demandas de agua del cultivo, durante los períodos prolongados sin humedad en el suelo.

Experimentos sobre cosecha de agua de lluvia

Tratamientos mecánicos: la estructura artificial más simple para cosechar agua de lluvia, consiste en limpiar y sellar la superficie del suelo. Estudios experimentales como los de Hillel *et al.* en 1965, Jiménez en 1976, y Myers en 1967, han demostrado que el limpiar y compactar el suelo ayudan a incrementar el escurrimiento hasta en un 60%.

También se ha encontrado que la disminución de los escurrimientos es ajena al almacenaje de intercepción pero está influida por el incremento de los rangos de infiltración.

Métodos de dispersión coloidal.- Las sales de sodio aplicadas al suelo incrementan el escurrimiento superficial. Estas sales causan que los coloides, constituyentes del suelo, se dispersen y sellen parcialmente los poros existentes entre ellos, reduciendo la tasa de infiltración. Las sales más comunes usadas son: el cloruro de sodio (NaCl) y el carbonato de sodio (Na_2CO_3). Hillel *et al.* en 1965 en Israel obtuvieron más del 70% de escurrimiento de tratamientos de 48 kg/ha con Na_2CO_3 .

Cluff y Dutt en 1966 trataron un suelo arenoso de 4 ha, cubiertos con vegetación con 180 kg de cloruro de sodio esparcido en forma de polvo, obteniendo 10 % de escurrimiento de una precipitación de 73 mm.

Compuestos hidrofóbicos.- Davidson *et al.* citados por Smith en 1978, fueron de los primeros en investigar los tratamientos del suelo con compuestos químicos hidrofóbicos. Estos producen elevada cantidad de escurrimiento pluvial y tienen bastantes posibilidades en la construcción de áreas de captación a bajo costo.

Existen otros métodos para incrementar el escurrimiento, aunque la mayoría de ellos, se enfocan a lograr captación de agua con fines de consumo humano o pecuario. Estos métodos son: películas delgadas de plástico y metal, y materiales cementantes superficiales reportados por Lauritzen en 1961, Myers en 1961 y 1967.

Modelos propuestos para el establecimiento de cultivos mediante la cosecha de agua de lluvia. En las zonas áridas que reciben "*in situ*" precipitación durante el verano, existen posibilidades para mejorar la utilización de las lluvias irregulares en la producción de cultivos con sistemas de concentración de agua, lo que permite almacenarla de escurrimiento en el suelo y satisfacer los usos consuntivos de los cultivos.

Para encontrar la relación óptima área de escurrimiento- siembra, dada un área entre bordos antierosivos, Smith en 1978 propuso el siguiente modelo. (Figura 1)

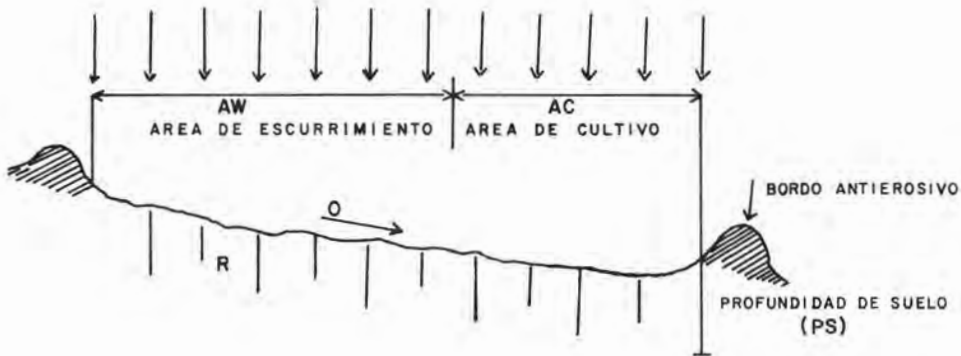


Figura 1. Diagrama del sistema de bordos al contorno.

Aw = Área de escurrimiento. Ac = Área de cultivo. pp = Precipitación (mm). R = Retención de humedad en el área de escurrimiento (mm). Q = Escurrimiento hacia el área de cultivo (mm). PS = Profundidad de suelo (mm). HS = Contenido de humedad del suelo, porcentaje con base en volumen. HS₁ = Contenido de humedad antes de la lluvia. HS₂ = contenido de humedad después de la lluvia. HS₃ = Contenido de humedad entre lluvias. ET = Evapotranspiración diaria (mm). D = Lámina de agua aplicada al área de cultivo (mm). n = Número de días con suficiente humedad para el uso del cultivo proporcionado por una lluvia.

De la Figura 1 se deduce lo siguiente:

1. $Q = PP - R$
2. $D = PP + Q Aw/Ac$
3. Igualmente $D = (HS_2 - HS_1) PS$
4. $ET = (HS_2 - HS_3) PS$
5. $n = \frac{PS(HS_2 - HS_3)}{ET}$

Si $D = n ET$ y PP es la precipitación promedio, entonces de la ecuación 2 se tiene que:

6. $D = PP = Q Aw/Ac$

$$7. \frac{Aw}{Ac} = \frac{D-PP}{Q} = \frac{nET-PP}{Q}$$

$$8. Aw = \frac{nET-PP}{Q} Ac$$

Dándole a Ac un valor determinado para las prácticas culturales, un valor de diseño Aw puede obtenerse con los datos de PP , Q y ET . Para analizar el sistema diseñado por Smith, es necesario calcular un balance continuo de humedad para una serie de años, usando varios cultivos con diferentes fechas de siembra y hábitos de crecimiento radical.

Velasco Molina en 1983 propuso un modelo para medir la relación área escurrimiento siembra, para alimentar el modelo se necesitan los siguientes datos:

a) Isoyeta del área de interés. b) Distancia disponible entre bordos antierosivos. c) Coeficiente de escurrimiento del área destinada para éste propósito. d) Demanda evapotranspirativa del cultivo.

Con base en lo anterior el modelo es el siguiente:

$$9. L = \frac{CE \%P(PP)LT}{\%P(PP)(CE-1) + Ev}$$

Donde: CE : Coeficiente de escurrimiento (adimensional). $\%P$: Probabilidad de precipitación (decimal). PP : Precipitación promedio anual según la isoyeta del lugar (mm). LT : Longitud total entre bordos antierosivos (m). Ev : Uso consuntivo o evapotranspiración (m). L : Longitud del área de siembra o cultivo (m). A : Ancho del área de siembra (m).

Anaya y Macías en 1976 consideraron que conociendo la cantidad de agua necesaria para un cultivo y no ser cubierta ésta por una precipitación probable, se estima la deficiencia de agua del cultivo durante su ciclo vegetativo.

El volúmen faltante en el área de siembra (As) para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo (uc) está dada por:

$$10. \text{Déficit hídrico} = (uc-PP) As$$

La lámina de agua aportada por el área de contribución (Ae) para el área de siembra (As) estará dada por:

$$11. \text{ Lámina aportada} = \text{PPC}$$

y con base en el volúmen será:

$$12. \text{ Volúmen aportado} = \text{PPC Ae}$$

Donde: PP = Precipitación probable y C coeficiente de escurrimiento.

De lo anterior se deduce que el volúmen del déficit hídrico del cultivo en el área de siembra (As) debe ser igual a:

$$13. (\text{uc-PP}) \text{ As} = \text{PPC Ae}$$

Por lo tanto las dimensiones del área de escurrimiento están dadas por:

$$14. \text{ Ae} = \frac{(\text{uc-PP}) \text{ As}}{\text{PC}}$$

El tamaño de la microcuenca (Ac) puede ser determinado por la siguiente relación:

$$15. \text{ Ac} = \text{As} + \text{Ae}$$

Substituyendo 14 en 15 se tendrá lo siguiente:

$$16. \text{ Ac} = \text{As} + \frac{\text{I}}{\text{C}} \frac{(\text{uc-PP})}{\text{PP}} \text{ As}$$

La evaluación empírica de los sistemas de cosecha de agua de lluvia para decidir las dimensiones óptimas del sistema, es un procedimiento lento y costoso. Por eso se trabaja con modelos de simulación para investigar el sistema en un período corto y a un costo económico mínimo de acuerdo con Smith en 1978.

MATERIALES Y METODOS

Localización y características ecológicas del área de estudio.

El Altiplano Potosino se localiza entre los 21° 28' 03" y los 24° 33' 52" latitud norte; y entre 100° 08' 30" a los 102° 13' 58" longitud oeste. Colinda en la parte norte, con Nuevo León y Zacatecas, al sur con Querétaro y Guanajuato, al este con Nuevo León y

Tamaulipas y al oeste con Zacatecas y Jalisco. Su parte septentrional está atravesada por el Trópico de Cáncer. La superficie total de esta región es de aproximadamente 63,060 km², distribuidos en 28 Municipios. (Figura 2)

La altitud de la zona es variable, fluctuando desde 1,000 a 2,600 msnm. Las diferencias de altitud, topografía y otros factores, hacen que las condiciones del clima cambien en las diferentes partes del estado de San Luis Potosí. Aunque más del 70% de su territorio se caracteriza por ser árido, el grado de aridez varía de un lugar a otro, al igual que la temperatura, vientos y nubosidades, entre otros.

Un 70% de la precipitación total anual ocurre de mayo a septiembre. En la mayor parte de las localidades existen dos máximos marcados de precipitación, uno ocurre en junio o en julio y el otro en septiembre. Precipitaciones de 300 a 500 mm son comunes en gran parte del Altiplano; sin embargo, existen lugares como los municipios de Catorce, Venegas y Cedral, donde éstas son inferiores a 300 mm anuales.

La temperatura media anual fluctua entre 11 a 25 C, iniciándose las heladas en octubre y terminando a principios de abril. De acuerdo con la clasificación de Köppen en el Altiplano Potosino se encuentran los climas BShwg, BSkwg, BWhwg y BWkwg. (Figura 3)

Los suelos en general son ligeros migajones arenosos, de contenido bajo a medio de materia orgánica y frecuentemente con un horizonte de inundación de mayor o menor profundidad. En ellos predominan las calizas, la coloración del suelo varía entre gris y negro con un pH de 7 a 8.5 y alto contenido de carbonato de calcio. La cantidad de materia orgánica varía en función del clima al igual que el color del suelo, el cual comúnmente es gris claro en los sitios más áridos.

Existen diversos tipos de vegetación como es el caso del matorral desértico micrófilo, matorral desértico rosetófilo, matorral crasicaule y pastizal, principalmente.

Desarrollo del modelo propuesto

El desarrollo del siguiente modelo trata de mejorar la relación área de siembra escurrimiento, mediante la captación de agua de lluvia "*in situ*".

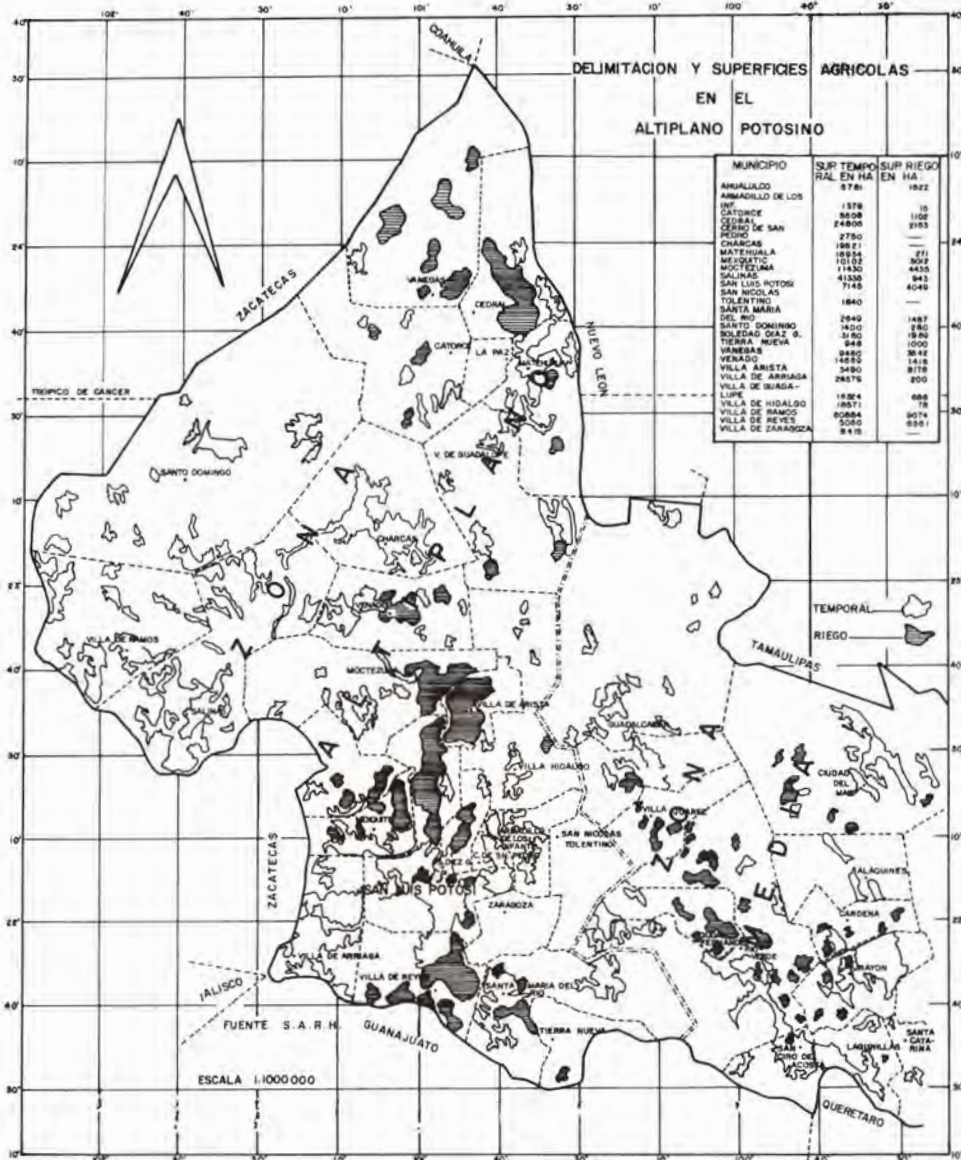


Figura 2. Delimitación y superficies agrícolas en el Altiplano potosino.

El desarrollo del modelo considera que dada una superficie entre bordos antierosivos, cierta porción va a dedicarse al escurrimiento y otra a la siembra. El agua de lluvia acumulada en el área de escurrimiento más la que cae directamente en el área de siembra, debe satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo, de acuerdo con cierta probabilidad de precipitación durante el ciclo vegetativo e involucrando así mismo ciertos parámetros físicos del suelo (Figura 4).

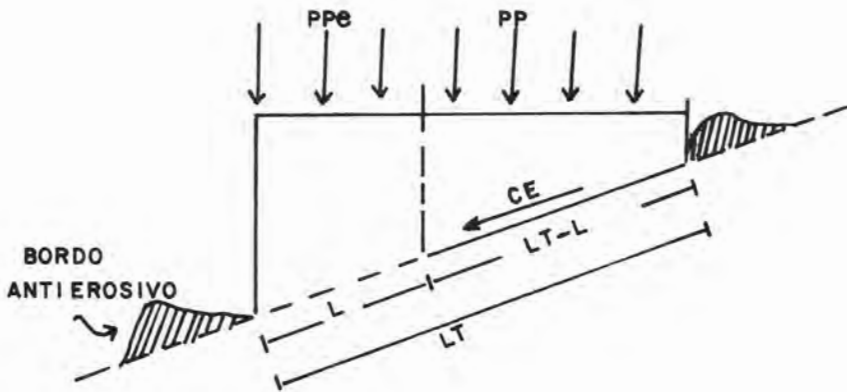


Figura 4. Representación esquemática del modelo propuesto para la captación de agua de lluvia "In situ".

Analizando la figura anterior se tiene lo siguiente:

$$CE (PP) (LT-L) A + PPeLA = LA (cc-pmp) Da Pr n$$

Volúmen de lluvia que cae en el área de escurrimiento, y que es aportado al área de siembra.

Volúmen de precipitación que cae en el área de cultivo.

Volúmen de agua requerido por el cultivo.

Simplificando términos:

$$18. \frac{A \text{ CE(PP)(LT-L) + PPeL}}{A} = \frac{LA \text{ (cc-pmp)DaPr n}}{A}$$

$$19. \text{CE(PP)(LT-L) + PPeL} = L(\text{cc-pmp})\text{DaPr n}$$

20. Desarrollo de la ecuación anterior:

$$\text{CE(PP)LT} - \text{CE(PP)L} + \text{PPeL} = L(\text{cc-pmp})\text{DaPr n}$$

Pasando términos semejantes de un sólo lado de la ecuación anterior

$$-L(\text{cc-pmp})\text{DaPr n} - \text{CEPP} + \text{PPeL} = -\text{CE(PP)LT}$$

Multiplicando por (-1) se tiene:

$$21. L(\text{cc-pmp})\text{DaPr n} + \text{CEPP} - \text{PPeL} = \text{CE(PP)LT}$$

Factorizando

$$22. L(\text{cc-pmp})\text{DaPr n} + \text{CEPP} - \text{PPe} = \text{CE(PP)LT}$$

Despejando L

$$23. *L = \frac{\text{CE(PP)LT}}{(\text{cc-pmp})\text{DaPr n} + \text{CEPP} - \text{PPe}}$$

Donde:

A = Ancho del área de siembra (m).

L = Longitud del área de siembra (m).

CE = Coeficiente de escurrimiento (adimensional).

PP = Precipitación pluvial, según una probabilidad anual de ocurrencia y un cierto período de retorno (m).

Lt = Espaciamiento entre bordos antierosivos, según su intervalo vertical (m).

cc = Capacidad de campo (decimal).

pmp = Punto de marchitamiento permanente (decimal).

Da = Densidad aparente (gr/cm^3).

Pr = Profundidad de suelo o profundidad efectiva radical (m).

PPe = Precipitación efectiva (m).

n = Número de lluvias de magnitud (cc-pmp) Dapr necesarias para satisfacer los requerimientos hídricos del cultivo.

*Deducción realizada por Villanueva Díaz J. y Sánchez Cohen I.

Obtención de los elementos que involucra el modelo

Coefficiente de escurrimiento (CE).- Se refiere al porcentaje de agua de lluvia que no es interceptado, infiltrado, ni evaporado y que escurre hasta el sitio de interés. Se expresa en términos fraccionarios.

El coeficiente de escurrimiento depende de varios factores como son:

- a) Precipitación.- Afecta el escurrimiento de acuerdo con la intensidad, duración y frecuencia de las lluvias.
- b) Suelos.- De las características físicas (textura, permeabilidad y grado de retención de humedad) depende en gran parte la magnitud de los escurrimientos.
- c) Acondicionamiento del área de escurrimiento.- Modifica el porcentaje de escurrimiento.
- d) Pendiente del área de escurrimiento.- El coeficiente de escurrimiento es directamente proporcional a la pendiente. Para fines prácticos, el coeficiente de escurrimiento puede obtenerse directamente del Cuadro 1.

CUADRO 1. COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO. *

Topografía Vegetación	Textura del suelo		
	Gruesa	Media	Fina
Bosque			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.25	0.35	0.50
Escarpado (11-30% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Pastizales			
Plano (0-5% pendiente)	0.10	0.30	0.40
Ondulado (6-10% pendiente)	0.16	0.36	0.55
Escarpado (11-30% pendiente)	0.22	0.42	0.60
Terrenos cultivados			
Plano (0-5% pendiente)	0.30	0.50	0.60
Ondulado (6-10% pendiente)	0.40	0.60	0.70
Escarpado (11-30% pendiente)	0.52	0.72	0.82

*Manual de conservación de suelos, colegio de postgraduados de chapingo.

Para trabajos de mayor precisión, el coeficiente de escurrimiento debe ser determinado mediante lotes de escurrimiento para cada localidad donde se vaya a utilizar el método descrito.

Precipitación (pp).- La producción de cultivos agrícolas en áreas de temporal está determinada en gran parte por la cantidad y oportunidad de la lluvia. Para desarrollar en estas áreas una tecnología que incremente y establezca la producción, es necesario equilibrar tiempo y espacio de los elementos climáticos, así como su influencia en el desarrollo y rendimiento de los cultivos. Bajo estas condiciones, la cuantificación de la precipitación pluvial en términos de probabilidad no aritméticos, resulta importante, ya que en la mayoría de los casos la lluvia es clave para determinar la producción de una región. En el cálculo de probabilidad de lluvia pueden utilizarse diversos métodos dependiendo de los objetivos del trabajo.

Para el modelo propuesto, los datos de precipitación se analizaron siguiendo el método de "Distribución acumulativa". Sin embargo, lo anterior no incluye el uso de frecuencias, distribución normal (método gráfico) o bien la distribución Gama incompleta.

Para analizar el método de distribución acumulativa se recomienda:

- a) Ordenar las precipitaciones (semanal, quincenal, mensual, anual, etcétera) en forma decreciente.
- b) Asignar un orden empezando con el número uno, para el valor más grande y seguir en orden ascendente hasta llegar al valor más pequeño.
- c) Calcular la probabilidad de ocurrencia para cada observación, mediante la siguiente fórmula:

$$24. \quad P_b = \frac{M}{N+1} 100$$

Donde:

P_b = Probabilidad de ocurrencia dado un cierto número de observaciones.

M = Número de orden del evento.

N = Número total de observaciones.

El período de retorno con el que la lluvia se presenta se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$25. F = \frac{N}{M}$$

Donde:

F = Frecuencia o período de retorno. N = Número total de observaciones.
M = Número de orden del evento.

Como ejemplo del método descrito, se presenta un análisis de los datos de la estación meteorológica ubicada en el Municipio de Villa Hidalgo, San Luis Potosí. Cuadros 2 y 3.

Del análisis anterior se obtiene que para una probabilidad de 50%, la precipitación esperada será de 305.12 mm con una frecuencia de retorno de 1.91 años, es decir, cada dos años.

Hay que considerar que entre mayor sea el número de datos disponibles, los resultados se apegarán más a la realidad.

Se procedió a delimitar el área de influencia para cada estación meteorológica de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, mediante el método de *Thiessen*, procediéndose de la siguiente manera:

Inicialmente se ubicaron todas las estaciones meteorológicas de la zona de estudio. Posteriormente, se trazaron líneas de unión entre estaciones formando triángulos, de cuyos catetos se sacaron mediatrices o perpendiculares bisectrices uniéndose entre sí, de tal manera que se formaron polígonos alrededor de cada estación. La superficie de cada polígono constituye el área de influencia de una estación meteorológica en particular (Figura 5).

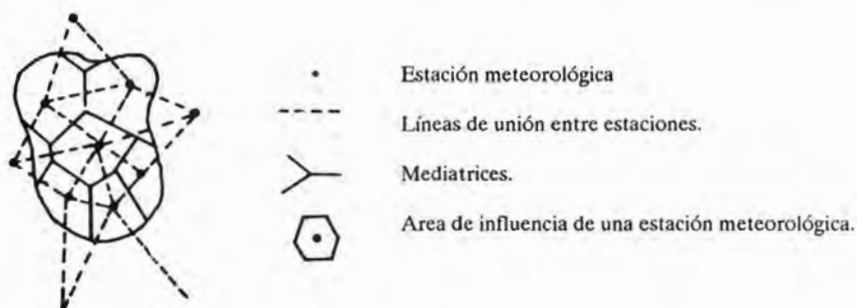


Figura 5.- Delimitación de áreas de influencia de estaciones meteorológicas (según Thiessen).

CUADRO 2. PRECIPITACION DE LA ESTACION METEOROLOGICA VILLA HIDALGO, SLP

Estación: Villa Hidalgo, SLP

Latitud: 22° 25' 57"

Longitud: 100° 40' 46"

Periodo de observación: 23 años.

Año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total mm
1962	9.8	11.6	20.2	43.2	12.1	45.2	18.4	17.7	73.6	4.7	16.5	11.0	539.3
1963	0.0	2.5	17.0	15.5	19.0	81.5	39.5	11.5	26.5	39.8	2.0	62.0	513.5
1964	29.5	7.0	8.0	3.5	53.0	2.0	47.5	44.5	65.5	9.5	18.5	17.0	511.3
1965	2.0	29.5	4.5	29.0	36.0	30.5	12.5	66.5	23.2	8.2	2.0	15.0	419.3
1966	39.0	20.2	31.6	13.5	37.4	18.0	59.0	85.9	41.0	23.2	0.0	0.0	381.6
1967	21.0	3.0	19.2	13.0	24.0	55.6	21.5	31.9	21.5	57.0	11.0	1.0	378.8
1968	3.0	2.5	72.0	42.0	10.0	134.0	63.0	57.0	85.0	15.0	8.5	21.5	360.17
1969	13.4	0.0	9.0	6.0	28.6	21.5	25.0	34.5	28.5	0.0	0.6	4.0	349.57
1970	0.0	28.0	0.0	0.0	21.6	49.8	61.0	84.5	68.5	3.5	0.0	16.4	333.3
1971	0.0	0.0	11.0	0.0	36.0	71.5	0.0	0.0	18.5	19.0	0.0	0.0	315.8
1972	0.0	0.0	2.2	2.3	23.3	9.5	35.0	30.5	24.0	27.0	0.0	2.0	305.5
1973	11.0	0.0	0.0	3.0	41.0	29.3	25.2	142.4	79.9	49.8	0.0	0.0	305.12
1974	0.0	0.0	2.2	0.0	5.0	16.0	30.5	34.3	107.1	8.5	15.0	6.9	284.3
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.7	120.3	17.6	24.0	11.0	0.0	5.0	283.0
1976	0.0	0.0	0.0	6.0	52.0	41.0	110.1	0.0	25.2	8.0	30.0	12.0	279.7
1977	9.5	0.0	0.0	5.0	6.0	23.0	6.5	15.0	106.0	4.4	0.7	0.7	258.9
1978	0.0	0.3	11.0	12.0	53.0	19.0	130.0	86.0	110.0	49.0	14.0	17.0	243.7
1979	1.0	4.0	10.17	26.0	10.0	65.0	65.0	88.0	24.0	2.0	10.0	55.0	225.5
1980	35.0	9.0	0.0	28.0	1.0	0.0	28.0	46.62	56.5	48.0	24.0	29.0	201.6
1981	61.0	15.0	14.0	80.0	68.0	119.0	41.0	58.5	59.0	17.0	3.0	3.8	176.8
1982	0.0	1.0	0.0	42.0	110.0	13.0	48.0	50.5	36.0	89.0	13.0	16.8	171.1
1983	26.0	0.0	0.0	0.0	25.5	32.5	48.7	25.0	36.5	41.0	8.5	0.0	156.0
1984	64.0	9.5	2.0	1.0	20.0	25.5	84.5	45.0	51.81	24.3	8.5	13.45	155.8

CUADRO 3. PROBABILIDAD Y PERIODO DE RETORNO PARA LOS REGISTROS ANUALES DE PRECIPITACION DE LA ESTACION VILLA HIDALGO, SLP

No. de año	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Frecuen- cia o perio- do de retor- no F = N/M	Probabi- lidad (%) $F = \frac{M}{N+1} \cdot 100$
1	64.0	29.5	72.0	80.0	110.0	134.0	130.0	142.4	110.0	89.0	30.0	62.0	23.00	4.16
2	61.0	28.0	31.6	43.2	68.0	119.0	120.3	88.0	107.1	57.0	24.0	55.0	11.50	8.33
3	39.0	20.2	20.2	42.0	53.0	81.5	110.1	86.0	106.0	49.8	18.5	29.0	7.66	12.50
4	35.0	15.0	19.2	42.0	53.0	71.5	84.5	85.9	85.0	49.0	16.5	21.5	5.75	16.66
5	30.0	11.6	17.0	29.0	52.0	65.0	65.0	84.5	79.9	48.0	15.0	17.0	4.60	20.83
6	26.0	9.5	14.0	28.0	41.0	55.6	63.0	66.5	73.6	41.0	14.0	17.0	3.83	25.00
7	21.0	9.0	11.0	26.0	37.0	49.8	61.0	58.5	68.5	39.8	13.0	16.8	3.28	29.16
8	13.0	7.0	11.0	14.5	36.0	45.2	59.0	57.0	65.5	27.0	11.0	16.4	2.87	33.33
9	11.0	4.0	10.17	13.5	36.0	41.0	48.7	50.5	59.0	24.3	10.0	15.0	2.55	37.50
10	10.0	3.0	8.0	13.0	28.6	32.5	48.0	46.62	56.5	23.2	8.5	13.45	2.30	41.66
11	10.0	2.5	9.0	12.0	25.5	30.5	47.5	45.0	51.81	19.0	8.5	12.0	2.09	45.83
12	3.0	2.5	4.5	6.0	24.0	29.3	41.0	44.5	41.0	17.0	8.5	11.0	1.91	50.00
13	2.0	1.0	2.2	6.0	23.3	25.5	39.5	34.5	36.5	15.0	3.0	6.9	1.76	54.16
14	1.0	0.3	2.2	5.0	21.6	23.7	35.0	34.3	36.0	11.0	2.0	5.0	1.64	58.33
15	0.0	0.0	2.0	3.5	20.0	23.0	30.5	31.9	28.5	9.5	2.0	4.0	1.53	62.50
16	0.0	0.0	0.0	3.0	19.0	21.5	28.0	30.5	26.5	8.5	0.7	3.8	1.43	66.66
17	0.0	0.0	0.0	2.3	12.1	19.0	25.2	25.0	25.2	8.2	0.6	2.0	1.35	70.83
18	0.0	0.0	0.0	1.0	10.0	18.0	25.0	17.6	24.0	8.0	0.0	1.0	1.27	75.00
19	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	16.0	21.5	16.7	24.0	4.7	0.0	0.7	1.21	79.16
20	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	13.0	18.4	15.0	24.0	4.4	0.0	0.0	1.15	83.33
21	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	9.5	12.5	11.5	23.2	3.5	0.0	0.0	1.09	89.50
22	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	6.5	0.0	21.5	2.0	0.0	0.0	1.04	91.66
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.5	0.0	0.0	0.0	1.00	95.83

N = 23

La Figura 3, muestra las áreas de influencia delimitadas para cada una de las estaciones meteorológicas ubicadas en el Altiplano Potosino.

Precipitación efectiva (PPE).- Es aquella porción de la precipitación que está disponible en la zona ocupada con las raíces de las plantas. Por tanto, el aprovechamiento de la lluvia depende de: la intensidad, duración y distribución de la lluvia, velocidad de infiltración, cubierta vegetal y topografía.

Pocas veces se dispone de ésta información, por lo que es muy difícil obtener estimaciones aceptables para esta variable.

Debido a la dificultad que presenta el cálculo de la precipitación efectiva, el método o métodos para su estimación en zonas de temporal donde prevalecen condiciones de aridez o semiaridez, deberán ser los desarrollados en estas condiciones o por lo menos en condiciones parecidas.

Uno de los métodos más prácticos y fácil es de calcular es el desarrollado por Blaney y Criddle, basado fundamentalmente en aplicar un coeficiente de aprovechamiento diferente a cada pulgada de lluvia observada, según se muestra en el Cuadro 4.

CUADRO 4. COEFICIENTE DE LLUVIA EFECTIVA SEGUN BLANEY Y CRIDDLE.

Lluvia total observada		Lluvia considerada efectiva.
Pulgadas	(mm)	Coefficiente de aprovechamiento.
1	25	0.95
2	50	0.90
3	75	0.82
4	100	0.65
5	125	0.45
6	150	0.25
más de 6	más de 150	0.05

Ejemplificando la aplicación de este método para la estación meteorológica Villa Hidalgo, San Luis Potosí, se tienen los resultados mostrados en el Cuadro 5.

CUADRO 5. PRECIPITACION EFECTIVA PARA LA ESTACION VILLA HIDALGO, CALCULADA SEGUN EL METODO DE BLANEY Y CRIDDLE.

Mes	*PP(mm)	Coefficiente de aprovechamiento	PPe (mm)
Enero	3.0	3 X 0.95	2.85
Febrero	2.5	2.5 X 0.95	2.37
Marzo	4.5	4.5 X 0.95	4.27
Abril	6.0	6.0 X 0.95	5.70
Mayo	24.0	24.0 X 0.95	22.80
Junio	29.3	25.0 X 0.95 + 4.3 X 0.90	27.62
Julio	41.0	25.0 X 0.95 + 16.0 X 0.90	38.15
Agosto	44.5	25.0 X 0.95 + 19.5 X 0.90	41.30
Septiembre	41.0	25.0 X 0.95 + 16.0 X 0.90	38.15
Octubre	17.0	17.0 X 0.95	16.15
Noviembre	8.5	8.5 X 0.95	8.07
Diciembre	11.0	11.0 X 0.95	10.45

* Precipitación según una probabilidad del 50% y un período de retorno de 2 años.
PPe Precipitación efectiva.

Otros métodos para estimar precipitación efectiva consideran evapotranspiración del cultivo y precipitación observada como es el método de Ogrosky y Mockus; o bien, involucran además capacidad de almacenamiento del suelo como el método de Doorenbos y Pruitt.

Longitud total entre bordos antierosivos (LT). Es la distancia (m) a la que se encuentran dos bordos antierosivos, esta longitud total se separa en dos partes, una dedicada al área de siembra (L) y la otra al área de escurrimiento (LT-L).

El espaciamiento entre bordos antierosivos se puede medir utilizando la diferencia de nivel entre ellos denominado intervalo vertical (IV) o considerando la distancia horizontal (Figura 6).

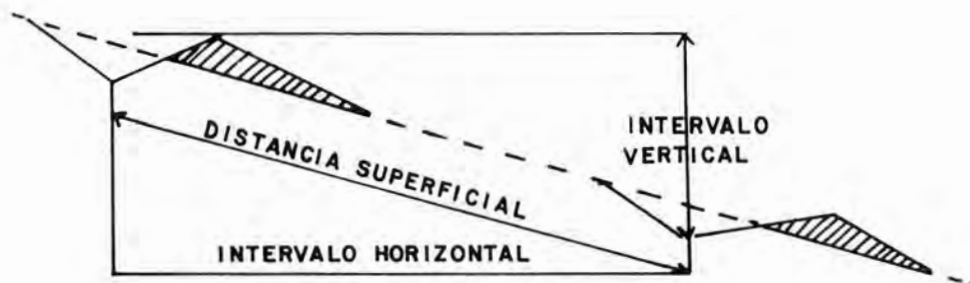


Figura 6.- Mediciones usadas en el espaciamiento entre bordos antierosivos.

Un método para el cálculo del intervalo vertical es el desarrollado por el Departamento de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (ASAE), cuya ecuación es la siguiente.

$$26. \text{I.V.} = (S + 2)15$$

Donde:

I.V. = Intervalo vertical (cm); 2 y 15 = Constantes; S = Pendiente del terreno (%).

Esta ecuación se recomienda para regiones cuya precipitación promedio anual sea de 550 a 660 mm.

Ejemplificando el método anterior, y para calcular el intervalo vertical en el Municipio de Villa Hidalgo, SLP se tendrá lo siguiente:

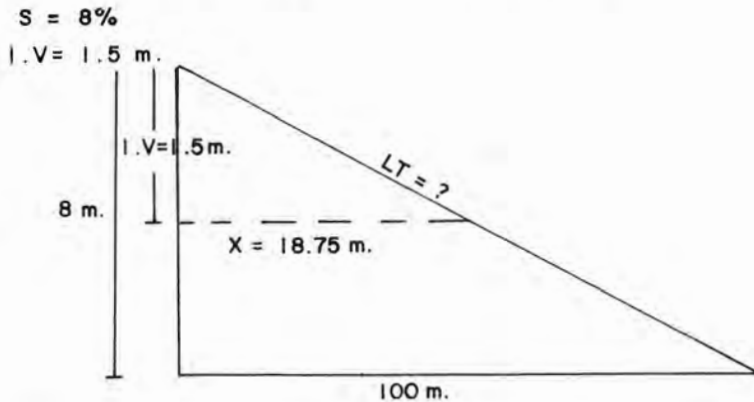
S = 8% Pendiente máxima para los terrenos de agricultura de temporal en la región.

$$\text{I.V.} = (S + 2)15$$

$$\text{I.V.} = (8 + 2)15 = 150 \text{ cm} = 1.5 \text{ m.}$$

El cálculo de la longitud total entre bordos antierosivos (LT) se puede realizar a través del teorema de pitágoras, ya conociendo los datos de pendiente e intervalo vertical.

Los datos se muestran gráficamente a continuación.



$8\text{ m} - 100\text{ m}$.

$1.5\text{ m} - X$

$X = 18.75\text{ m}$.

Teorema de Pitágoras.

$$(LT)^2 = (I.V.)^2 + (X)^2$$

$$(LT)^2 = (1.5)^2 + (18.75)^2$$

$LT = 18.809\text{ m}$. (Distancia total entre bordos antierosivos).

Determinación del parámetro "n". El parámetro "n" representa teóricamente el número de eventos lluviosos necesarios para satisfacer las necesidades hídricas del cultivo durante su ciclo vegetativo.

Para la determinación del parámetro "n", es necesario considerar una serie de factores entre los cuales se mencionan los siguientes:

- Estación de crecimiento.
- Uso consuntivo (evapotranspiración) de los cultivos a establecer.
- Lámina de agua disponible.
- Patrón de extracción de humedad disponible a una distancia igual a la profundidad efectiva radical del cultivo.

a) **Estación de crecimiento.** Se refiere al periodo o estación con condiciones más favorables para el desarrollo de cultivos. La estación de crecimiento se basa en un modelo simple de balance de humedad, comparando la precipitación (PP) con la evapotranspiración del cultivo (ETP) (Figura 7).

- a = Inicio de lluvias y de estación de crecimiento.
- b1 y b2 = Inicio y terminación de período húmedo.
- c = Terminación de estación de lluvias.
- d = Terminación de estación de crecimiento.
- ETP = Evapotranspiración potencial.

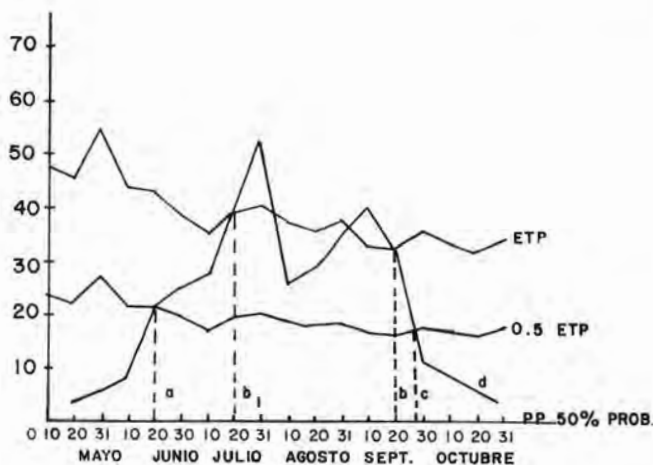


Figura 7. Estación de crecimiento en el Altiplano Potosino.

En las zonas semiáridas de México y en especial en el área de estudio que es el Altiplano Potosino, la precipitación es muy inferior a la evapotranspiración potencial por lo que prácticamente no existe estación de crecimiento.

La Figura 7, muestra un análisis de evapotranspiración potencial y precipitación, esta última con 50% de probabilidad de ocurrencia anual para datos climáticos de la estación Villa Hidalgo, SLP.

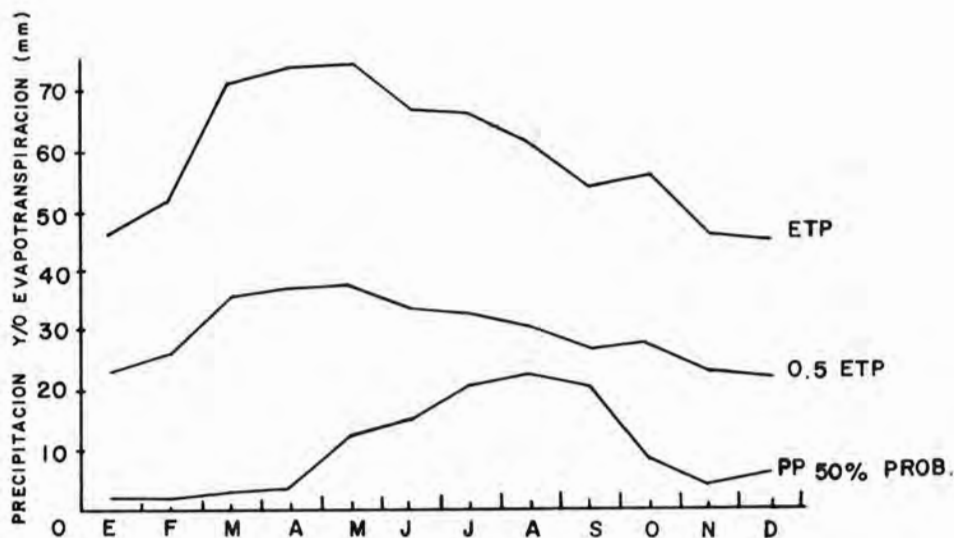


Figura 8. Estación de Crecimiento para Villa Hidalgo, S.L.P.

b) **Uso consuntivo de las especies a establecer.** Las necesidades de agua en los cultivos se pueden determinar directa e indirectamente. Dentro de los métodos directos se encuentran los lisímetros, o bien muestreos directos del suelo.

Debido a la dificultad en obtener mediciones directas y exactas se han desarrollado métodos para el cálculo de evapotranspiración en forma indirecta, mediante el uso de variables climáticas.

Uno de éstos métodos de mayor uso en zonas áridas y semiáridas es el propuesto por Blaney y Criddle. Estos investigadores con base en la temperatura y horas luz diarias, desarrollaron una ecuación cuya expresión matemática es la siguiente.

$$27. ET = KF$$

Donde:

$$ET = \text{Evapotranspiración (mm)}$$

- F = Factor de consumo estacional (mm)
 K = Coeficiente empírico de proporcionalidad (Cuadro 6)
 $F = \Sigma f$
 f = Factor de consumo quincenal o mensual
 $f = P(8.12 + 0.47 t)$
 P = Porcentaje quincenal o mensual de horas luz (Cuadro 7)
 t = Temperatura promedio quincenal o mensual

Haciendo uso de la ecuación de Blaney y Criddle para el cálculo de la evapotranspiración en el cultivo de maíz para la región de Villa Hidalgo, se tiene lo siguiente.

Estación: Villa Hidalgo, SLP
 Latitud: 22° 26' 57" LN
 Longitud: 100°40' 46" LO
 Altitud: 1620 msnm
 Años de observación: 23
 Cultivo: Maíz
 Ciclo vegetativo: 120 días

Mes	t (C)	P (%)	f = P(8.12 + 0.457t)	
Junio	22.08	9.103	165.77	K = 0.85
Julio	21.30	9.339	166.73	ET = 634.96 mm X 0.85
Agosto	21.10	9.008	160.00	ET = 539.716 mm
Septiembre	19.79	8.300	142.46	
			$f = \Sigma f = 634.96$ mm	

CUADRO 6. COEFICIENTE DE USO CONSUNTIVO (k) PARA ALGUNOS CULTIVOS.

CULTIVO	PERIODO DE CRECIMIENTO VEGETATIVO	COEFICIENTE K
Frijol	3 a 4 meses	0.6 a 0.7
Frutales hoja caduca	entre heladas	0.6 a 0.7
Girasol	4 meses	0.5 a 0.65
Pastos de gramíneas	Todo el año.	0.8 a 0.85
Maíz	4 a 7 meses	0.75 a 0.85

CUADRO 7. PORCENTAJE MENSUAL DE HORAS LUZ ANUAL PARA LATITUD NORTE PARA VILLA HIDALGO SLP.

Latitud N	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
0°	8.50	7.66	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50	8.49	8.21	8.50	8.22	8.50
10°	8.13	7.47	8.45	8.37	8.81	8.60	8.86	8.71	8.25	8.34	7.91	8.10
20°	7.74	7.25	8.41	8.52	9.15	9.00	9.25	8.96	8.30	8.18	7.58	7.66
30°	7.30	7.03	8.38	8.72	9.53	9.49	9.67	9.22	8.33	7.99	7.19	7.15
40°	6.76	6.72	8.33	8.95	10.02	10.08	10.22	9.54	8.39	7.75	6.72	7.58

c) **Lámina de agua disponible (cc-pmp) DaPr.** La lámina de agua disponible que un suelo es capaz de almacenar para el uso de los cultivos depende de varios factores físicos, entre los cuales se encuentran capacidad de campo (cc), punto de marchites permanente (pmp), profundidad de suelo (Pr) y densidad aparente (Da).

La obtención de las constantes físicas descritas, se tomó directamente de los análisis efectuados por algunas dependencias de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos; así como cartas de uso del suelo, topográficas y edafológicas levantadas por DETENAL.

En forma general el Cuadro 8, muestra algunos datos físicos que en promedio corresponden a los diferentes tipos de suelos.

CUADRO 8. CONTENIDO DE HUMEDAD CON BASE AL PESO, POROSIDAD Y DENSIDAD APARENTE QUE CORRESPONDE EN PROMEDIO A LOS DIFERENTES TIPOS DE SUELO.

Textura del suelo	Contenido de humedad con base en el peso			Da gr/cm ³	Porosidad %	Lámina de agua disponible cm/m profundidad
	cc.	pmp	H.A.			
Arena	9	4	5	1.65	38	8.25
Migajón arenosa	14	6	8	1.50	43	12.00
Migajón	22	10	12	1.40	47	16.80
Migajón arcilla	27	14	13	1.35	49	17.55
Arcilla arenosa	31	19	12	1.30	51	15.60
Arcilla	35	25	10	1.25	53	12.50

Para trabajos con mayor precisión se requiere hacer una determinación de las constantes físicas ya mencionadas por estrato, y para un sitio en particular, para lo cual existen diversas técnicas de laboratorio y de campo, específicas para tal fin.

d) **Patrón de extracción de humedad disponible.** El patrón de consumo de agua por las raíces de las plantas es de suma importancia en la determinación del parámetro "n".

Cuando un suelo está húmedo a capacidad de campo, casi toda el agua que requiere el cultivo va a ser absorbida del estrato superior del suelo, sin embargo, conforme la

humedad va disminuyendo por falta de riego o de lluvia, se hará un mayor uso del agua contenida en los estratos inferiores.

En términos generales un patrón de extracción de humedad promedio para todos los cultivos se muestra en la Figura 7.

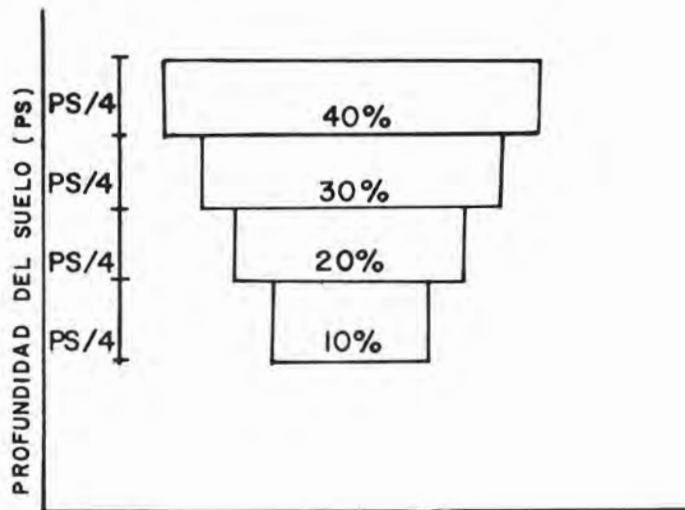


Figura 9. Patrón de extracción del agua del suelo por las raíces de las plantas.

Bajo condiciones experimentales de riego se ha demostrado que el crecimiento disminuye cuando la humedad se mantiene a capacidad de campo o, cuando se permite que consuma del 50-75% de la humedad disponible, y decae bruscamente cuando se pretende que el cultivo consuma el 100% del agua disponible del suelo. De ahí que para la determinación del parámetro "n", en este trabajo se usó un consumo de 75% de agua disponible.

Finalmente, ya con el cálculo de los incisos a,b,c y d se procede a determinar el parámetro "n" el cuál se ejemplifica en el Cuadro 9.

Estación: Villa Hidalgo, SLP
 Latitud: 22° 26' 57" LN
 Longitud: 100° 40' 46" OG
 Altitud: 1620 msnm

Cultivo: maíz

Ciclo vegetativo: 120 días.

Profundidad de suelo: Mayor a 1.0 m.

Profundidad efectiva de enraizamiento del cultivo: 1.0 m.

Uso consuntivo: 539.716 mm. = 53.971 cm.

Demanda evapotrans. diaria = $\frac{53.971 \text{ cm}}{120 \text{ días}} = 0.449 \text{ cm/día.}$

Humedad disponible por metro de profundidad: (cc-pmp) DaPR = (27-14)
1.32 X 1.0 = 17.55 cm/m.

75% de humedad disponible = 17.55 cm/m X 0.75 = 13.162 cm/m.

Textura del suelo: Migajón arcillosa.

cc = 27

pmp = 14

Da = 1.35 g/cm³

Pr = 1.0 m

Del análisis anterior se deduce que el parámetro "n" debe tener un valor igual a 6.52 (120 días / 18.38 días = 6.52) con una lámina neta de 8.18 cm (81.8 mm).

Lo anterior representa para el caso de una agricultura de riego, el número de riegos que un cultivo de maíz requiere durante su ciclo vegetativo, con un espaciamiento entre riegos de 18 días y aplicando una lámina neta de 8.18 cm/riego.

Para el caso de una agricultura de temporal, representa el número de eventos lluviosos para satisfacer los requerimientos hídricos cuando el cultivo ha consumido el 75% del agua disponible.

El área de siembra se calcula substituyendo directamente los datos en el modelo propuesto

$$L = \frac{CE(PP)LT}{(cc-pmp)DaPrn + CE(PP)-PPe}$$

Datos:

Textura del suelo: Migajón arcilloso

CE: 0.5 (Cuadro 1)

PP: 155.8 mm (junio, julio, agosto y septiembre. Cuadro 3) = 0.1558 m

LT: 18.809 m

CUADRO 9. CALCULO DE PARAMETRO "n" PARA EL CULTIVO DE MAIZ EN LA REGION DE VILLA HIDALGO, SAN LUIS POTOSI.

Profundidad	Patrón de extracción de humedad (%)	Humedad disponible por estrato (cm)	Demanda evaporativa diaria cm/día/estrato	Tiempo de abatimiento de humedad disponible por estrato (días).	Lámina neta (cm)
25 cm	40	$13.16 \times 0.25 = 3.2906$	$0.449 \times 0.4 = 0.179$	$3.2906/0.179 = 18.38$	3.29
50 cm	30	$13.162 \times 0.25 = 3.2906$	$0.449 \times 0.3 = 0.134$	$3.2906/0.134 = 24.55$	2.46
75 cm	20	$13.162 \times 0.25 = 3.2906$	$0.449 \times 0.2 = 0.189$	$3.2906/0.089 = 36.97$	1.63
100 cm	10	$13.162 \times 0.25 = 3.2906$	$0.449 \times 0.1 = 0.044$	$3.2906/0.044 = 74.78$	0.80
					<u>8.18</u>

cc: 27% = 0.27

pmp: 14% = 0.14

Da: 1.35 g/cm³

Pr: 1.0 m

n: 6.52

PPE: 145.22 mm (junio, julio, agosto y septiembre. Cuadro 5) = 0.14522 m

$$L = \frac{0.5 \times 0.1558 \times 18.809}{(0.27 - 0.14) 1.35 \times 1.0 \times 6.52 + 0.5 \times 0.1558 \text{ m} - 0.14522 \text{ m}}$$

$$L = 1.36 \text{ m}$$

Lo anterior significa que de 18.809 m de distancia entre bordos antierosivos, 1.36 m deberán dedicarse al área de siembra y 17.4 m como área de escurrimiento en relación 1:13. Considerando que una planta de maíz abarca un diámetro de desarrollo radical de 0.5 m en extensión horizontal, podemos disminuir la distancia entre bordos a 6.5 m y de estos sembrar 0.5 m.

RESULTADOS

Aplicando el modelo propuesto para el establecimiento de cultivos agrícolas en los municipios que conforman al Altiplano Potosino, se obtuvieron las relaciones área siembra-escurrimiento mostradas en el Cuadro 10.

En forma generalizada las relaciones promedio son las siguientes: maíz 1:8, frijol 1:6.5, especies caducifolias 1:7.5 y pastos anuales 1:10. Lo anterior da una idea de dichas relaciones, ya que para obtener una relación más específica se requiere contar con datos de clima, suelo y cultivo para una localidad particular.

La veracidad del modelo, depende de la metodología que se utilice en la obtención de cada parámetro; se requiere que el criterio personal sea utilizado acorde a las circunstancias particulares para la determinación de algún parámetro.

El parámetro "n" es importante en la estimación de la relación área siembra-escurrimiento porque involucra factores físicos del suelo y de la planta. En teoría representa el número de lluvias necesarias durante el ciclo de cultivo de tal magnitud que en cada precipitación se eleve la humedad a capacidad de campo a determinada profundidad

CUADRO 10. RELACIONES TEORICAS AREA DE SIEMBRA, AREA DE ESCURRIMIENTO PARA DIVERSOS CULTIVOS DE ACUERDO CON UNA PROBABILIDAD ANUAL DE LLUVIA DEL 50%. VILLA HIDALGO, SLP

Estación	Pendiente		Maíz		Frijol		Especies caducifolias		Pastos	
	%	LT (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)
Villa de Ramos.	1	45.0	3.56	41.44	4.46	40.54	5.03	39.97	3.70	41.30
	2	30.00	2.38	27.62	2.98	27.02	3.36	26.64	2.47	27.53
	3	25.00	1.98	23.02	2.48	22.52	2.80	22.20	2.06	22.94
	4	22.50	1.79	20.71	2.24	20.26	2.60	19.90	1.86	20.64
	5	21.03	1.67	19.36	2.10	18.93	2.40	18.63	1.73	19.30
	6	20.04	1.59	18.45	1.99	18.05	2.25	17.79	1.65	18.39
	7	19.33	1.53	17.80	1.92	17.41	2.17	17.16	1.59	17.74
	8	18.81	1.49	17.32	1.87	16.94	2.11	16.17	1.55	17.26
La Salitrera	1	45.00	10.19	34.81	9.30	35.70	8.70	36.30	7.20	37.80
Villa de	2	30.00	6.80	23.20	6.20	23.80	5.80	24.20	4.80	25.20
Zaragoza.	3	25.00	5.70	19.30	5.20	19.80	4.90	20.10	4.00	21.00
	4	22.50	5.10	17.40	4.70	17.80	4.40	18.10	3.60	18.90
	5	21.03	4.80	16.23	4.40	4.79	4.10	16.93	3.40	17.63
	6	20.04	4.60	15.44	4.20	15.84	3.90	16.14	3.20	16.84
	7	19.33	4.40	14.93	4.00	15.33	3.80	15.53	3.10	16.23
	8	18.81	4.30	15.51	3.90	14.91	3.60	15.21	3.00	15.81
El Peaje	1	45.00	7.95	37.05	6.28	38.72	6.28	38.72	4.60	40.40
SLP.	2	30.00	5.30	24.70	4.20	25.80	4.20	25.80	3.10	26.90

continúa...

Estación	Pendiente		Maíz		Frijol		Especies caducifolias		Pastos	
	%	LT (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)
	3	25.00	4.42	20.58	3.50	21.50	3.50	21.50	2.60	22.40
	4	22.50	3.98	18.52	3.15	19.35	3.15	19.35	2.30	20.20
	5	21.03	3.72	17.31	2.94	18.09	2.94	18.09	2.15	18.88
	6	20.04	3.55	16.49	2.80	17.24	2.80	17.24	2.05	17.99
	7	19.33	3.42	15.91	2.70	16.63	2.70	16.63	1.98	17.35
	8	18.81	3.32	15.49	2.62	16.19	2.62	16.19	1.93	16.88
Villa Hidalgo.	1	45.00	3.31	41.69	1.78	43.22	4.12	40.88	2.91	42.09
	2	30.00	2.21	27.79	1.19	28.10	2.75	27.25	1.95	28.05
	3	25.00	1.84	23.16	0.99	24.01	2.30	22.70	1.62	23.38
	4	22.50	1.66	20.84	0.90	21.60	2.10	20.40	1.46	21.05
	5	21.03	1.55	19.48	0.85	20.18	1.94	19.09	1.36	19.67
	6	20.04	1.48	18.56	0.80	19.24	1.84	18.20	1.30	18.74
	7	19.33	1.43	17.90	0.77	18.56	1.78	17.55	1.26	18.07
	8	18.81	1.39	17.42	0.75	18.06	1.73	17.08	1.22	17.59
Vanegas.	1	45.00	0.400	44.600	0.43	44.57	3.95	41.05	2.95	42.05
	2	30.00	0.250	29.750	0.29	29.71	2.64	27.36	1.97	28.03
	3	25.00	0.220	24.780	0.24	24.76	2.20	22.80	1.64	23.36
	4	22.50	0.210	22.290	0.22	22.28	1.98	20.52	1.48	21.02
	5	21.03	0.190	20.840	0.21	20.82	1.85	19.18	1.38	19.65
	6	20.04	0.180	19.860	0.20	19.84	1.76	18.28	1.32	18.72
	7	19.33	0.175	19.155	0.19	19.14	1.70	17.63	1.27	18.06
	8	18.81	0.170	18.640	0.18	18.63	1.66	17.15	1.24	17.57

continúa...

Estación	Pendiente		Maíz		Frijol		Especies caducifolias		Pastos	
	%	LT (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)
Villa de Arista.	1	45.00	4.98	40.02	5.58	39.42	5.00	40.00	3.71	41.29
	2	30.00	3.33	26.67	3.72	26.28	3.40	26.60	2.50	27.50
	3	25.00	2.77	22.23	3.10	21.90	2.80	22.20	2.10	22.90
	4	22.50	2.50	20.00	1.80	19.70	2.50	10.00	1.90	20.60
	5	21.03	2.33	18.70	2.62	18.41	2.40	18.63	1.75	19.28
	6	20.04	2.22	17.82	2.49	17.55	0.30	17.74	1.65	18.39
	7	19.33	2.15	17.18	3.40	15.93	2.20	17.13	1.60	17.73
	8	18.81	2.10	16.71	2.34	16.47	2.10	16.71	1.55	17.26
Charcas.	1	45.00	3.10	41.90	4.70	40.30	5.5	39.50	4.15	40.85
	2	30.00	2.10	27.90	3.15	26.85	3.7	26.30	2.80	27.20
	3	25.00	1.75	23.25	2.65	22.35	3.05	21.95	2.30	22.70
	4	22.50	1.57	20.93	2.40	20.10	2.80	19.70	2.10	20.40
	5	21.03	1.45	19.58	2.20	18.83	2.60	18.43	1.95	19.08
	6	20.04	1.40	18.64	2.10	17.94	2.45	17.59	1.85	18.19
	7	19.33	1.35	17.98	2.05	17.28	2.35	16.98	1.80	17.53
	8	18.81	1.30	17.51	2.00	16.81	2.30	16.51	1.75	17.06
Huizache Guadalupe.	1	45.00	6.55	38.45	7.90	37.10	6.60	38.40	4.90	40.10
	2	30.00	4.34	25.66	5.25	24.75	4.40	25.60	3.30	26.70
	3	25.00	3.65	21.35	4.40	20.60	3.70	21.30	2.70	22.30
	4	22.50	3.30	19.20	3.95	18.55	3.30	19.20	2.50	20.00
	5	21.03	3.10	17.93	2.70	17.33	3.10	17.93	2.30	18.73
	6	20.04	3.00	17.04	3.50	16.54	2.95	17.09	2.20	17.84

continúa...

Estación	Pendiente		Maíz		Frijol		Especies caducifolias		Pastos	
	%	LT (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)
	7	19.33	2.80	16.53	3.40	15.93	2.85	16.48	2.10	17.23
	8	18.81	2.75	16.06	3.30	15.51	2.75	16.06	2.00	16.81
Villa de Arriaga.	1	45.00	7.10	37.90	10.40	34.60	5.40	39.60	4.00	41.00
	2	30.00	4.70	25.30	6.90	23.10	3.60	26.40	2.70	27.30
	3	25.00	4.00	21.00	5.80	19.20	3.00	22.00	2.20	22.80
	4	22.50	3.60	18.90	5.20	17.30	2.70	19.80	2.00	20.50
	5	21.03	3.30	17.73	4.90	16.13	2.50	18.53	1.90	19.13
	6	20.04	3.15	16.89	4.60	15.44	2.40	17.64	1.80	18.24
Sta. Ma. del Refugio.	7	19.33	3.10	16.23	4.50	14.83	2.30	17.03	1.70	17.63
	8	18.81	3.00	15.81	4.30	15.51	2.25	16.56	1.65	17.16
	1	45.00	2.50	42.50	2.10	42.90	4.80	40.20	3.60	41.40
	2	30.00	1.70	28.30	1.40	28.60	3.20	26.80	2.40	27.60
	3	25.00	1.40	23.60	1.20	23.80	2.70	22.30	2.00	23.00
	4	22.50	1.30	21.20	1.10	21.40	2.40	20.10	1.80	20.70
	5	21.03	1.20	19.83	1.00	20.03	2.25	18.78	1.70	19.33
	6	20.04	1.15	18.89	0.95	19.09	2.10	17.94	1.60	18.44
San Luis Potosí.	7	19.33	1.10	18.23	0.90	18.43	2.00	17.33	1.50	17.83
	8	18.81	1.05	17.76	0.90	17.91	2.00	16.81	1.50	17.31
	1	45.00	5.70	39.30	4.20	40.80	6.00	39.00	4.40	40.60
	2	30.00	3.80	26.20	2.80	27.20	4.00	26.00	3.00	27.00
	3	25.00	3.15	21.85	2.30	22.70	3.30	21.70	2.50	22.50

continúa...

Estación	Pendiente		Maíz		Frijol		Especies caducifolias		Pastos	
	%	LT (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)
	4	22.50	2.85	19.65	2.10	20.40	3.00	19.50	2.20	20.30
	5	21.03	2.70	18.37	1.95	19.08	2.80	18.23	2.10	18.93
	6	20.04	2.50	17.54	1.85	18.19	2.70	19.34	2.00	18.04
	7	19.33	2.40	16.93	1.80	17.53	2.60	16.73	1.90	17.43
	8	18.81	2.35	16.46	1.75	17.06	2.50	16.31	1.85	16.96
Los Pilares	1	45.00	6.00	39.00	8.40	36.60	4.50	40.50	3.40	41.60
Ahualulco.	2	30.00	4.00	26.00	5.60	24.40	3.00	27.00	2.30	27.70
	3	25.00	3.30	21.70	4.70	20.30	2.50	22.50	2.00	23.00
	4	22.50	3.00	19.50	4.20	18.30	2.30	20.20	1.75	20.75
	5	21.03	2.80	18.23	4.00	17.03	2.10	18.93	1.60	19.43
	6	20.04	2.70	17.34	3.80	16.24	2.00	18.04	1.55	18.49
	7	19.33	2.60	16.73	3.60	15.73	1.95	17.38	1.50	17.83
	8	18.81	2.50	16.31	3.50	15.31	1.90	16.91	1.45	17.36
Santa Ma.	1	45.00	5.20	39.80	6.10	38.90	5.00	40.00	3.80	41.20
de la	2	30.00	3.50	26.50	4.10	25.90	3.40	26.60	2.60	27.40
Reforma.	3	25.00	2.90	22.10	3.40	21.60	2.80	22.20	2.20	22.80
	4	22.50	2.65	19.85	3.10	19.40	2.50	20.00	2.00	20.50
	5	21.03	2.50	18.53	2.90	18.13	2.40	18.63	1.80	19.23
	6	20.04	2.40	17.64	2.80	17.24	2.30	17.74	1.70	18.34
	7	19.33	2.30	17.03	2.65	16.68	2.20	17.33	1.65	17.68
	8	18.81	2.20	16.61	2.55	16.26	2.10	16.71	1.60	17.21

continúa...

Estación	Pendiente		Maíz		Frijol		Especies caducifolias		Pastos		
	%	LT (m)	L (m)	(LT-L, (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)	L (m)	(LT-L) (m)	
Mexquitic.	1	45.00	6.80	38.20	7.80	37.20	5.40	39.60	4.00	41.00	
	2	30.00	4.55	25.45	24.80	5.20	24.80	3.60	26.40	2.70	27.30
	3	25.00	3.80	21.20	20.70	4.30	20.70	3.00	22.00	2.30	22.70
	4	22.50	3.40	19.10	18.60	3.90	18.60	2.70	19.80	2.10	20.40
	5	21.03	3.20	17.83	17.33	3.70	17.33	2.55	18.48	1.90	19.13
	6	20.04	3.05	16.99	16.54	3.50	16.54	2.40	17.64	1.80	18.24
	7	19.33	3.00	16.33	16.03	3.30	16.03	2.31	17.02	1.75	17.58
	8	18.81	2.85	15.96	15.56	3.25	15.56	2.25	16.56	1.70	17.11
Matehuala.	1	45.00	6.60	38.40	7.90	37.10	6.90	38.10	5.10	39.90	
	2	30.00	4.40	25.60	24.20	5.80	24.20	4.60	25.40	3.40	26.60
	3	25.00	3.70	21.30	20.60	4.40	20.60	3.80	21.20	2.90	22.10
	4	22.50	3.30	19.20	18.50	4.00	18.50	3.50	19.00	2.60	19.90
	5	21.03	3.10	17.93	17.33	3.70	17.33	3.20	17.83	2.40	18.63
	6	20.04	3.00	17.04	16.49	3.55	16.49	3.10	16.94	2.30	17.74
	7	19.33	2.85	16.48	15.93	3.40	15.93	3.00	16.33	2.20	17.13
	8	18.81	2.80	16.01	15.51	3.30	15.51	2.90	15.91	2.15	16.66
Moctezuma.	1	45.00	5.30	39.70	6.65	38.35	4.70	40.30	3.50	41.50	
	2	30.00	3.60	26.40	25.50	4.50	25.50	3.10	26.90	2.40	27.60
	3	25.00	3.00	22.00	21.30	3.70	21.30	2.60	22.40	2.00	23.00
	4	22.50	2.70	19.80	19.20	3.30	19.20	2.40	20.10	1.80	20.70
	5	21.03	2.50	18.53	17.93	3.10	17.93	2.20	18.83	1.70	19.33
	6	20.04	2.40	17.64	17.04	3.00	17.04	2.10	17.94	1.60	18.44
	7	19.33	2.30	17.03	16.43	2.90	16.43	2.00	17.33	1.50	17.83
	8	18.81	2.25	16.56	16.01	2.80	16.01	1.95	16.85	1.45	17.36

igual a la del cultivo, cuando éste ha consumido un 75% de la humedad disponible. Se ha comprobado que este valor constituye el límite de humedad disponible, en el cuál los cultivos no se ven afectados en su crecimiento; sin embargo, existen cultivos tolerantes a la sequía, soportando mayores abatimientos de humedad disponible, sin que decaigan sus rendimientos. Lo anterior debe considerarse al seleccionar las especies. Es de esperarse que aquellas con mejor tolerancia a la sequía, tendrán mayor posibilidad de éxito.

La parte complementaria del presente estudio, es la aplicación y validación del modelo propuesto para la cosecha de agua de lluvia "in situ" con fines agrícolas forestales y frutícolas y se requiere la implantación bajo condiciones áridas y semiáridas, con diferentes cultivos y bajo diferentes características del suelo, de tal manera que los resultados obtenidos permitan involucrar los factores que sean adecuados para cierta región.

Cabe aclarar que los sitios escogidos deben ser representativos de los diferentes niveles de precipitación y condiciones del suelo de la región. De igual forma la selección de especies vegetales debe involucrar un amplio rango de profundidad radical, tolerancia a la sequía, utilidad económica y adaptabilidad potencial a la región.

CONCLUSIONES

- 1.- El volumen de agua que cae en el área de siembra, más la que cae en el área de contribución y que es cedida en forma de escurrimientos al área de cultivo, satisface los requerimientos hídricos del cultivo.
- 2.- El desarrollo del modelo propuesto se fundamenta en un análisis integral de las relaciones suelo, planta y clima.
- 3.- Debido al uso de probabilidad de lluvia anual, los cultivos sufren déficit hídrico, por lo que la selección de las especies vegetales deben involucrar un amplio rango de profundidades radicales, tolerancia a la sequía y adaptabilidad potencial a la región; por lo que se recomienda usar especies perennes.
- 4.- El uso del modelo aunque se enfoca a una agricultura de escurrimientos en zonas áridas y semiáridas, puede aplicarse a regiones más lluviosas donde debido a la distribución de la precipitación, los cultivos presenten déficit hídrico.

- 5.- Debido a que el modelo determina la relación teórica área siembra - escurrimiento, es necesario validarlo en pruebas de campo y obtener los ajustes para cultivos y localidades particulares.
- 6.- Aplicando el modelo propuesto a las condiciones ecológicas del Altiplano Potosino, se obtuvieron las siguientes relaciones teóricas generales: frijol 1:65, especies cadufoalias 1:7.5, maíz 1:8 y pastos anuales 1:10.

De lo anterior deducimos que las especies más indicadas para usar con esta tecnología son especies perennes, ya que la relación área siembra - escurrimiento para especies anuales es muy amplio lo que aumentaría el costo de la inversión necesaria para el dueño de la microcuenca.

LITERATURA CITADA

- ANAYA, G.M., TOVAR S.J.L. y MACIAS L.A. 1976. *Métodos de capacitación de lluvias para zonas agrícolas con temporal deficiente México*. Colegio de Postgraduados de Chapingo.
- CONTRERAS ARIAS, A. 1955. *Definición de las zonas áridas y su delimitación en el territorio Mexicano*. Mesas redondas sobre problemas de las zonas áridas de México. México, D.F. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. p. 1 -24.
- CLUFF, C.B. and DUTT, G.R. 1966. *Using salt to increase irrigation water*. "Progressive Agriculture". Tucson, Arizona. University of Arizona. 28(4):12-13.
- HILLEL, D. et al. 1965. *Runoff inducement in arid lands*. Annual research report. Rehovot. Israel. National an University. Institute of Agriculture. Volcani Institute of Agricultural Research.
- JIMÉNEZ GUERRERO, J.A. 1976. *Uso de microcuencas para la producción de forraje y estudio de la humedad del suelo, mediante el empleo de bloques de resistencia*. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Tesis Profesional p. 9-10.
- LAURITZEN, C.W. 1961. *Collection "Desert rainfall"*. *Crops and Soils* 13(9): 7-8
- MYERS, L.E. 1961. *Waterproofing soil to collect precipitation*. *Journal of soil and water conservation*. 16(6):281-282.

-
- MYERS, L.E. 1964. *Harvesting precipitation* Assoc. Sci. Hydrology. Pub. No. 65 Berkely California.
- MYERS, L.E. 1967. *New water supplies from precipitation harvesting*. International conference on water for peace. Washington D.C.
- SMITH, G.L. 1978. *Water harvesting technology applicable to semiarid, subtropical climates*. Agency for Internacional Development. Washington D.C. Bibliografic input sheet Colorado State University, forth collings Colorado, p. 1-6.
- TOVAR SALINAS, J.L. 1977. *Captación y aprovechamiento del recurso lluvia como una alternativa para la producción de grano y forraje de maíz en zonas de temporal deficiente*. Chapingo, México. Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Postgraduados. Tesis Profesional p.10-11.
- VELASCO MOLINA, A.M. 1983. *Uso y Manejo del Suelo*. Ed. Limusa. México p. 123-125. 139 -147.



ASPECTOS ECONOMICOS QUE LIMITAN EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DEL TRIPLAY

Victor Job HERRERA SANCHEZ*

RESUMEN

La industria del triplay reviste singular relevancia en la transformación de los recursos forestales, ya que sus productos finales tienen alto valor agregado. Esta importancia se incrementó a partir de 1936, cuando se estableció la primera fábrica de triplay en México. Debido a la importancia de esta industria en el desarrollo económico del país, en este trabajo se analizarán sus aspectos económicos más importantes de localización, capacidad instalada y utilizada, desarrollo de la producción, en el mercado y el consumo nacional aparente.

Entre los aspectos generales de la industria del triplay, se aborda la capacidad instalada, la inversión, el empleo e ingresos con los que participa dentro de la industria de madera. En la localización de las fábricas, se marca la influencia que ejerce la existencia del recurso forestal y el ritmo de crecimiento de la planta industrial en los últimos 20 años. En el análisis de la capacidad instalada y utilizada se determina la tendencia que ha seguido la industria del triplay durante los 50 años de establecida.

También se revisa la producción, el comercio interior y exterior, el consumo nacional aparente, para determinar su tendencia, durante el período de 1970-1986. Finalmente se revisan los aspectos de la comercialización como son la oferta, demanda, tipos y clases de triplay, canales de distribución y sistemas de venta. El presente trabajo contribuye al análisis de los aspectos socioeconómicos de la industria del triplay.

* Lic. en Economía. Coordinador de Servicios Técnicos de Apoyo a la Investigación. Campo Experimental "Coyoacán" CIFAP-Distrito Federal. INIFAP.

Aspectos generales de la industria del triplay

La industria del triplay se ha venido desarrollando en el país desde hace más de 50 años, permitiendo comercializar el triplay en el mercado nacional en condiciones favorables para los consumidores, toda vez que se incrementó su oferta y se abarataron los costos de producción.

Las políticas de industrialización definidas por el régimen Cardenista entre 1934-1940 favorecieron la instalación de las fábricas procesadoras de triplay, que antes de esa época no existían en el país. Dentro de la industria de tableros de madera, la del triplay es la más dinámica, al ocupar un lugar importante, por el número de empresas establecidas.

La importancia de la industria del triplay se debe a la relación directa que tiene con el sector de la construcción en estructuras, revestimiento, puertas y closets, entre otros, a su enlace con la industria mueblera y de empaques; y ante todo al número de mexicanos dedicados a esta actividad, la cual en conjunto con la de tableros aglomerados y de fibra, en 1986 ocuparon 8,800 obreros, 2,170 empleados y 640 técnicos; con una inversión de 650,000 millones de pesos.

Un indicador preciso de la tendencia de crecimiento de la industria del triplay e influencia, lo patentiza de manera objetiva la expansión de actividades de procesamiento en el ámbito nacional, con la posibilidad de atender de manera efectiva la demanda del producto en los mercados respectivos.

Localización de fábricas de triplay.

El desarrollo de la industria del triplay se inicia en el año de 1936, dentro de las políticas de industrialización delineadas por el régimen cardenista, que posteriormente fue complementada con la Ley de Fomento de Industrias Nuevas y Necesarias, apoyada con los decretos sobre la materia, expedidos el 23 de noviembre de 1971 y del 20 de julio de 1972, cuando se consideró de interés público el establecimiento y ampliación de empresas impulsadoras del desarrollo regional y la integración de la planta industrial. Se procuró mediante esos decretos atenuar los desequilibrios regionales, crear nuevos empleos, aprovechar los recursos naturales y dar mayor participación al capital nacional.

La industria del triplay orientó sus actividades hacia diversas entidades federativas. Así se tiene que en el período 1936-1965 se habían instalado 11 fábricas en diferentes entidades federativas; el mayor auge de instalación de empresas aconteció en el período

de 1966-1986, cuando se establecieron 26 fábricas más, que en conjunto con las del lapso anterior suman 37 centros, cuya distribución se muestra en el Cuadro 1.

CUADRO 1. DISTRIBUCIÓN DE FÁBRICAS DE TRIPLAY POR ESTADO DURANTE 1966-1986.

Entidad federativa	Número de empresas*
Chihuahua	5
Durango	10
Estado de México	5
Chiapas	3
Veracruz	2
Michoacán	2
Nayarit	1
Hidalgo	1
Oaxaca	2
Jalisco	1
Campeche	2
Quintana Roo	1
Yucatán	1
San Luis Potosí	1
TOTAL	37

* Programa de Socioeconomía CIFAP-D.F. SARH, con base en datos de ANAFATA (1987).

Capacidad instalada y utilizada

El incremento de la capacidad instalada es importante, porque aumenta la demanda de materia prima y la oferta de producción; además se generan las bases para brindar mayor ocupación directa o indirecta, al promover la comercialización de los productos, lo que repercute en un incremento del consumo de triplay y mayores ingresos para los productores. La capitalización de la industria fue notoria en los últimos 20 años, cuando se instalaron otras 26 fábricas permitiendo variar sustancialmente la capacidad instalada. En el Cuadro 2 se observan los aumentos en esta capacidad y el porcentaje utilizado.

CUADRO 2. CAPACIDAD INSTALADA, UTILIZADA Y OCIOSA DE FABRICAS DE TRIPLAY DURANTE 1968-1988

Año	Capacidad m3	Capacidad utilizada (%)	Capacidad ociosa (%)	TOTAL
1960	60.660	52.00	48.00	100.00
1970	158.500	62.77	37.23	100.00
1971	158.500	73.12	26.88	100.00
1972	196.800	62.80	37.20	100.00
1973	210.200	56.66	43.34	100.00
1974	210.200	62.08	37.92	100.00
1975	294.000	54.42	45.58	100.00
1976	280.500	58.25	41.75	100.00
1977	280.500	60.80	39.20	100.00
1978	294.000	63.80	36.20	100.00
1979	304.400	69.49	30.51	100.00
1980	482.100	52.58	47.42	100.00
1981	482.100	61.89	38.11	100.00
1986	556.000	48.92	51.08	100.00

Programa de Socioeconomía CIFAP-D.F. SARH., con base en los datos de ANAFATA (1977-1986).

El incremento observado en la capacidad instalada, ha sido similar a los incrementos operados en la producción, con excepción de los años 1980-1986, cuando la capacidad instalada se vió fuertemente incrementada, hecho ajeno a la producción, porque ésta se incrementó en menor proporción, como se señala en el Cuadro 1 y Figura 1.

Desarrollo de la producción

En México se distinguen seis regiones productoras de triplay que son: Región norte, incluye los estados de Durango y Chihuahua, Región oeste, que abarca los estados de Michoacán, Jalisco y Nayarit; Región central, comprende los estados de México, Hidalgo y el Distrito Federal, Región este, conjunta los estados de Veracruz y San Luis Potosí, Región sur, integrada por los estados de Oaxaca y Guerrero y la Región sureste, que reúne a los estados de Quintana Roo, Yucatán, Campeche y Chiapas. Sin embargo, el desarrollo comercial ha permitido que el triplay se consuma en todo el país.



Figura 1. Tendencia de la capacidad utilizada y capacidad ociosa de la industria del triplay. Socio economía CIFAP D.F.

Las estadísticas de producción de triplay manifiestan que las regiones norte-oeste contribuyen con el 44.2% del total nacional donde Durango y Chihuahua producen el mayor porcentaje, las regiones centro-este aportan el 30.8% y las regiones sur-sureste contribuyen con el 25.0% de la producción nacional.

Con la variedad de especies maderables utilizadas en los últimos años, se incrementaron las posibilidades de aumentar los volúmenes de producción del triplay, a pesar de que la capacidad utilizada no aumente considerablemente.

Con el objetivo de tener una imagen clara de la tendencia seguida, en los Cuadros 3 y 4 se presentan los datos de producción del triplay en variación anual y su estructura por especies maderables.

En el cuadro 3 se observa que en 1973 y 1985 la variación anual fue negativa, para los años 1975, 1980 y 1981, la variación anual fue la más alta del período analizado.

CUADRO 3. TENDENCIA DE LA PRODUCCION DE TRIPLAY EN MEXICO*

Año	Volúmen m ³	Variación anual (%)
1960	39.100	—
1965	66.300	—
1970	99.500	—
1971	115.900	16.48
1972	123.600	6.64
1973	119.100	3.64
1974	130.500	9.57
1975	160.000	22.60
1976	163.400	2.12
1977	170.544	4.37
1978	187.575	9.98
1979	211.254	12.62
1980	253.500	19.99
1981	298.400	17.71
1982	313.300	4.99
1983	286.100	8.68
1984	286.100	0.00
1985	270.400	-5.48
1986	272.000	0.59

*Elaborado por el Programa de Socioeconomía CIFAP-D.F., con base en los datos de ANAFATA (1977 y 1986).

CUADRO 4. ESTRUCTURA DE LA PRODUCCION DE TRIPLAY POR ESPECIE (BASE 3 mm). -PORCENTUAL *

Año	Pino	Caoba	Cedro	Otras especies	Total
1971	79.64	10.43	3.49	6.44	100
1972	79.13	10.05	2.52	8.30	100
1973	76.66	10.00	1.50	11.84	100
1974	69.37	9.13	1.68	19.82	100
1975	63.35	9.63	3.80	23.22	100
1976	72.67	10.26	2.10	14.97	100

*Elaborado por el Programa de Socioeconomía CIFAP-D.F., con base en los datos de los Anuarios de la Producción Forestal de México, 1971-1976 SARH, la Industria de los Tableros de Madera y ANAFATA, 1977.

La producción nacional de triplay experimentó un incremento de 38.67% durante 1971-1976. Por otra parte, la estructura de la producción total de triplay está compuesta de 73.63% de pino, 9.85% de caoba; 2.60% de cedro y 13.92% de otras especies. Siendo estas últimas las que registraron un 222.31% de incremento en el mismo período. La producción de triplay, caoba y cedro, se ha mantenido casi estacionaria, con excepción del triplay de pino que se incrementó en 26.54% durante el período de estudio.

El mercado de triplay

Los aumentos anuales de la producción, no corresponden a los incrementos de la demanda, ya que las importaciones del triplay marcan una tendencia de aumento constante, para cubrir la demanda de los consumidores. Esto ha dado margen a un constante intercambio comercial con otros países de América, Europa y Asia (Cuadro 5).

Las importaciones durante el período 1971-1976 han superado a las exportaciones, al grado que éstas últimas desaparecieron en 1976. En las transacciones comerciales es necesario resaltar que el 80% de las importaciones, se destinan a zonas y perímetros libres y el 20% al interior del país.

Considerando el origen de las importaciones de zonas y perímetros libres, tenemos que los Estados Unidos aportan el 95.2%; China Continental el 2.1% y Japón el 1.51%. Por lo que se refiere a las importaciones destinadas al interior, Uruguay contribuye con el 75.4; Estados Unidos con el 13.51% y el Ecuador con 8.83%.

CUADRO 5. VOLUMEN Y VALOR DEL COMERCIO EXTERIOR DE TRIPLAY*

Año	Importaciones m ³	Valor miles \$	Exportación m ³	Valor miles \$
1970	5.500	23.177	2.200	3.552
1971	8.600	24.029	400	4.137
1972	11.500	39.423	600	4.859
1973	9.300	43.358	900	7.686
1974	15.100	75.538	300	7.338
1975	7.600	59.958	200	1.724
1976	12.200	79.070	—	—

*Programa de Socioeconomía CIFAP-D.F. con base en los datos de la industria de los Tableros de Madera de ANAFATA, 1977.

En el Cuadro 6 se observa la tendencia cíclica de las importaciones de las zonas y perímetros libres.

CUADRO 6. IMPORTACION DE TRIPLAY DE ZONAS Y PERIMETROS LIBRES

Año	Volúmen ton	Valor miles \$
1973	4,241	17.524
1974	8,981	31.410
1975	3,886	12.670
1976	7,449	29.802

Elaborado por el Programa de Socioeconomía CIFAP-D.F. con base en los datos de los Anuarios de Comercio Exterior SPP.

El consumo nacional aparente durante el período 1970-1986 se incrementó en proporciones considerables alcanzando un 157.5%. En el Cuadro 7 y Figura 2 se observan los comportamientos del consumo aparente y las importaciones para el abastecimiento nacional de triplay.

CUADRO 7. CONSUMO NACIONAL APARENTE DE TRIPLAY 1970-1986 MILES DE m³

Año	(1) Producción	(2) Importación	(3) Exportación	(4) Consumo aparente
1970	99.5	5.5	2.2	102.8
1971	115.9	8.6	0.4	124.1
1972	123.6	11.5	0.6	134.5
1973	119.1	9.3	0.9	127.5
1974	130.5	15.1	0.3	145.3
1975	160.0	7.6	0.2	167.4
1976	163.4	12.2	-	175.6
1977	170.5	4.6	9.2	165.8
1978	187.5	4.8	13.9	178.4
1979	211.3	9.5	2.1	218.7
1980	253.5	15.1	0.0	268.6
1981	298.4	10.6	0.0	309.0
1982	313.3	5.8	0.0	319.0
1983	286.1	2.3	17.0	271.4
1984	286.2	1.5	8.5	279.2
1985	270.4	11.9	0.0	281.7
1986	272.0	8.5	15.8	264.7

Programa de Socioeconomía CIFAP-D.F. con los datos de ANAFATA.

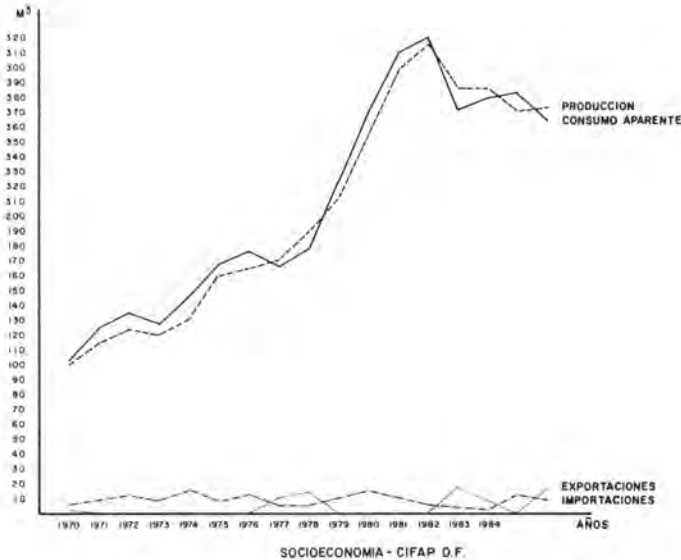


Figura 2. Consumo nacional aparente de triplay en miles de m³ 1970-1986.

La participación de las importaciones en el consumo aparente del triplay es de considerable importancia, sobre todo porque representaron un 4% de este.

En el consumo del triplay se aprecian tres mercados de influencia que son: Distrito Federal, Guadalajara y Monterrey, por ser metrópolis de gran desarrollo en construcción y en industria mueblera. Se observa en el Cuadro 7 que el consumo nacional del triplay no se satisface con la producción interna, por lo que es necesario hacer importaciones; además el consumo nacional aparente de 1970-1986 tuvo un 156.8% de incremento. Los tipos del triplay que se comercializan con el estándar que representa el 99% de la oferta, y el tipo WP y marino el 1%.

El triplay se comercializa en las clases AB, BD y CD considerando los parches y las caras buenas, regular y mala que presenten, y en gruesos de 3, 6, 9, 12, 16, 19 y 21 mm, medidas que se surten sobre pedido; en ancho de 1.22 m y 2.44 m de largo habiendo otras medidas.

Los precios a los que se comercializa han experimentado cambios considerables a partir de 1974, cuando el m² de triplay base 6mm, tenía un valor de \$29.90 al mayoreo, en 1978 el mismo m² de triplay tenía un valor de \$50.65 significando un incremento de

73.45%. En 1988 el mismo m² de triplay tenía un valor de \$9,308.70. Lo que representa un incremento marcadamente inflacionario.

Los sistemas de comercialización que se practican por los productores y específicamente por los intermediarios, forman una guerra de precios, y con el propósito de amortiguarlos en 1959 se estableció la Asociación Nacional de Fabricantes de Tableros de Madera, A.C. (ANAFATA), cuya función es regular los precios e intervenir en las transacciones comerciales. Al pasar el tiempo dicha organización se ha fortalecido de manera que en la actualidad participa decididamente en la regulación del mercado del triplay.

En la actualidad la comercialización del triplay se proyecta de dos formas. La promoción directa por los productores que distribuyen principalmente en las áreas metropolitanas del Distrito Federal, Guadalajara y Monterrey, y las que practican los intermediarios que distribuyen al medio mayoreo en las ciudades menos importantes.

Para hacer llegar el producto a los demandantes intermedios y finales, se utilizan como canales de distribución la actividad de los comerciantes mayoristas, medio mayoristas y minoristas. El 90% de la oferta se hace por la intermediación y solo un 10% se realiza directamente del productor al consumidor final. El sistema de ventas generalmente es de contado aplicando el impuesto respectivo.

CONCLUSIONES

La importancia económica que tiene la industria del triplay, radica en que da ocupación a un buen número de mexicanos, y produce la materia prima auxiliar en el desarrollo del sector de la construcción y la industria mueblera.

La capacidad con que cuenta dicha industria es de considerable magnitud que bien puede incrementar los volúmenes de producción, si utilizara más la capacidad ociosa que actualmente tiene.

Los volúmenes de producción procesados en la planta industrial son insuficientes para cubrir la demanda nacional, por tal razón existe la necesidad de recurrir a las importaciones.

Se requiere promover el triplay en los mercados internacionales y de esta forma contrarrestar el efecto de las importaciones que han sido crecientes y contribuyen a incrementar el déficit de la balanza de productos forestales.

En la comercialización los canales de distribución usados actualmente son muchos y es urgente eliminar los que sean innecesarios, y así hacer llegar el producto en mejores condiciones económicas al consumidor final.

LITERATURA CITADA

ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE MADERA, A.C. 1977 y 1987. *La industria de los tableros de madera*. México. 20 p.

CÁMARA NACIONAL DE LAS INDUSTRIAS DERIVADAS DE LA SILVICULTURA 1987-1988. *Memoria Económica*. México 60 pp.

SUBSECRETARÍA FORESTAL Y DE LA FAUNA. 1982. *El Comercio Exterior de Productos Forestales de México*. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 100 p.

SUBSECRETARÍA FORESTAL Y DE LA FAUNA. 1982. *La industria de los tableros de madera en México*. México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 100 p.

SECRETARÍA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO. 1970-1978. *Anuarios Estadísticos de Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos*. México.

En el proceso editorial de esta publicación colaboraron las siguientes personas de la Subdirección de Difusión del INIFAP.

Fotografía y formación de negativos:

Ing. Gustavo Rodríguez Vera
Silvia López Carrillo

Impresión:

Francisco Arriaga Garduño

Supervisión:

Ing. Julián Víctor Magallanes González

Coordinación de la producción:

Ing. Gustavo Rodríguez Vera

Esta publicación se terminó de imprimir el 30 de abril de 1991, en los talleres gráficos del INIFAP, en Chapingo, México; su tiraje constó de 1,000 ejemplares