



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS**

**Efecto de las condiciones en los claros y bajo el dosel  
sobre la germinación de las semillas de las especies nativas del bosque  
espinoso en el Valle del Motagua**

**Equipo de Investigación**

Liza Carola Ixcot Yon	Investigadora (Coordinadora de Proyecto)
Juan Fernando Hernández	Investigador Asociado
Rony Alberto García Anleu	Investigador Asociado
Alex Ricardo Velásquez Juárez	Auxiliar de Investigación

**Instituciones Participantes y Cofinanciantes**

Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas y Departamento de Ecología, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala

Programa Universitario en Recursos Naturales y Ambiente -PUIRNA-, Dirección General de Investigación -DIGI-, Universidad de San Carlos de Guatemala

Guatemala, 10 de enero de 2002



## DIRECTORIO

Ing. Efraín Medina Guerra  
*Rector Magnífico*

Dr. Myron René Cordón y Cordón  
*Secretario General*

Dr. Oscar Manuel Cobar Pinto  
*Director General de Investigación*

Ing. Agr. Saúl Guerra Gutiérrez  
*Coordinador de Programa*

Dra. Carmen Villagrán de Tercero  
Inga. Agripina Pedroza  
Licda. Leticia Martínez  
Lic. Roberto Barrios  
Dr. Carlos Sánchez  
*Consejo Editorial*

Eva Montes de Cabrera  
Leticia Martínez  
*Unidad de Publicaciones y Divulgación*



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
SISTEMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN**

Instituto de Investigaciones Químicas y Biológicas y Departamento de Ecología,  
Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San  
Carlos de Guatemala

Programa Universitario en Recursos Naturales y Ambiente -PUIRNA-, Dirección  
General de Investigación -DIGI-, Universidad de San Carlos de Guatemala

**Efecto de las condiciones en los claros y bajo el dosel  
sobre la germinación de las semillas de las especies nativas  
del bosque espinoso en el Valle del Motagua**

**Equipo de Investigación**

Liza Carola Ixcot Yon  
*Coordinadora de Proyecto*

Juan Fernando Hernández  
Rony Alberto García Anleu  
*Investigadores*

Alex Ricardo Velásquez Juárez  
*Auxiliar de Investigación*

**GUATEMALA, ENERO DE 2002**



## TABLA DE CONTENIDOS

<b>1. RESUMEN .....</b>	<b>2</b>
<b>2. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>3. ANTECEDENTES.....</b>	<b>4</b>
<i>Conservación de la diversidad biológica en Guatemala.....</i>	<i>4</i>
<i>Estudios de regeneración del bosque en Guatemala.....</i>	<i>4</i>
<i>Descripción del área de estudio.....</i>	<i>5</i>
<i>Vegetación Nativa del Valle del Motagua .....</i>	<i>5</i>
<i>Registros de flora para la región .....</i>	<i>5</i>
<b>4. JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>5</b>
<b>5. OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
<b>6. HIPÓTESIS.....</b>	<b>6</b>
<b>7. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>6</b>
<i>Claros y regeneración .....</i>	<i>6</i>
<i>Biodiversidad y factores que la generan.....</i>	<i>7</i>
<i>Efecto del árbol nodriza sobre la regeneración .....</i>	<i>8</i>
<b>8. METODOLOGÍA.....</b>	<b>8</b>
<i>a. Fase de campo.....</i>	<i>8</i>
<i>b. Fase de gabinete.....</i>	<i>9</i>
<b>9. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>10</b>
<i>Efectos del claro y del dosel sobre la germinación .....</i>	<i>10</i>
<i>Fenología de las especies.....</i>	<i>10</i>
<b>10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>11</b>
<i>Efectos del claro y del dosel sobre la germinación .....</i>	<i>11</i>
<i>Fenología de las especies.....</i>	<i>12</i>
<b>11. CONCLUSIONES .....</b>	<b>12</b>
<b>12. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>12</b>
<b>13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>13</b>
<b>14. ANEXOS E IMÁGENES .....</b>	<b>23</b>
Anexo 1: Croquis de la ubicación del proyecto.....	24
Anexo 2: Boletas de monitoreo de germinación y fenología.....	25
Anexo 3: Trifoliar del dos de las fases del proyecto .....	26
Imagen 1: Cernido y esterilización del sustrato.....	27
Imagen 2: Siembra de semillas.....	27
Imagen 3: Monitoreo de germinación de tuno.....	28
Imagen 4: Monitoreo de germinación de manzanote.....	28
Imagen 5: Monitoreo de germinación de yaje y guayacán.....	29
Imagen 6: Germinación natural en heces de vaca.....	29
Imagen 7: Evidencias de vandalismo.....	30
Imagen 8: Evaluación por parte de DIGI.....	30
Imagen 9: Elaboración de vídeo con apoyo de DIGI.....	31
Imagen 10: Actividad de docencia y extensión con estudiantes del programa de EDC.....	31



## 1. RESUMEN

La información sobre los patrones de germinación de las plantas vasculares nativas en el bosque espinoso del Valle del Motagua es escasa. Con el objeto de llenar este vacío se efectuaron ensayos de germinación para las semillas de cuatro especies típicas del bosque seco, *Pereskia autumnalis* (Cactaceae), *Stenocereus eichlamii* (Cactaceae), *Leucaena diversifolia* (Mimosaceae), *Tecoma stans* (Bignoniaceae), bajo condiciones naturales de claro y bajo dosel, sol y sombra específicamente. Se observaron dos patrones de germinación: 1/ Semillas que germinan tanto en el claro como bajo el dosel; 2/ Semillas que germinaron en mayor proporción en la sombra. Siendo el patrón más característico de la mayoría de las especies. A excepción de las semillas de Timboque que no germinaron ni en sol ni en sombra en todo el período de experimentación, se obtuvieron datos significativos de las demás especies y de *Guayacum sanctum* (Zigophyllaceae) especie que regenera abundante y naturalmente bajo la sombra. El estudio detectó que existen respuestas de germinación asociadas a los claros para especies representativas del interior del bosque espinoso. Los resultados del experimento son útiles para conocer los patrones de reclutamiento de las especies en el Valle del Motagua, información imprescindible para su manejo y conservación.

## 2. INTRODUCCIÓN

La regeneración de la vegetación promovida por perturbaciones que remueven un porcentaje significativo del dosel arbóreo, ha sido estudiada extensamente en muchos tipos de bosque en varios países del mundo (Veblen 1982, Veblen 1989). También la regeneración resultante luego de perturbaciones menores como caídas de árboles individuales ha sido objeto de investigación. Por ejemplo, Armesto y Figueroa en 1987, estudiaron los bosques del sur de Chile, determinando que el tipo de generación denominado "gap-phase", apertura del dosel arbóreo, promueve la germinación. Un claro (gap, en inglés) es una discontinuidad en el dosel del bosque que expone la superficie del suelo a condiciones ambientales de luz y temperatura diferentes a aquellas que se encuentran bajo los árboles (Bazzaz & Pickett 1980). Estas condiciones incluyen una mayor densidad de flujo de fotones y un incremento en la proporción de luz del espectro rojo/rojo lejano de la luz que alcanza el suelo (Lee 1987). Así los claros estimulan la germinación de las semillas fotoblásticas (aquellas que responden favorablemente a la luz) en muchas especies heliofíticas (de crecimiento favorecido por el sol) debido a este incremento en la proporción del espectro rojo/rojo lejano de la luz que necesitan las plantas (Vásquez-Yanes &



Orozco–Segovia 1990 a, 1990 b). Por su parte, Collins & Pickett en 1987 demostraron que la humedad del ambiente es menor en los claros que bajo el dosel y además, registraron una mayor fluctuación de temperaturas en los claros que bajo el dosel en Norte América, pero resulta evidente que este mismo fenómeno se produce en otros bosques. Similarmente, Washitani y Takenaka en ese mismo año, registraron respuestas de germinación termosensibles (semillas que responden favorablemente a incrementos en la temperatura) en algunas especies típicas de espacios abiertos en regiones templadas del archipiélago japonés. Estas condiciones físicas de los claros permiten que ciertas especies de plantas con capacidad de responder favorablemente a las condiciones de luz invadan estos sitios rápidamente. Algunas de estas capacidades son: tasas de crecimiento rápido; altura baja o mediana; ciclos de vida cortos; semillas pequeñas dispersadas por el viento y con respuesta fotoblástica y la habilidad de formar “bancos de semillas” bajo el dosel (Whitmore 1975; Vásquez-Yañez & Guevara-Sada 1985; Denslow 1987). Por el contrario, otras plantas parecen regenerar mejor bajo el dosel, a la sombra de árboles adultos (Figueroa & Hernández 1996). Para estas plantas, la exposición a la luz solar, el calor y la desecación pueden resultar mortales.

Aunque se conoce bastante sobre este tema en los bosques templados de los hemisferios norte y sur (Figueroa & Hernández 2001) y existe información sobre la regeneración en los bosques tropicales húmedos (Vásquez-Yanes 1990), no se sabe casi nada sobre la dispersión de semillas, la germinación y la regeneración en los bosques secos de América Central. Aparte de determinar la forma de dispersión de las semillas, en esta investigación se evaluó la germinación y sobrevivencia de plántulas de algunas plantas típicas del bosque seco o chaparral espinoso como una característica posiblemente asociada a la dicotomía claro/dosel. Figueroa & Castro (2000) señalan que esto es importante, porque después de la etapa de semilla, la etapa de plántula es la más crítica del ciclo de vida de las plantas. La plántula presenta una raíz y hojas pequeñas y frágiles, por lo que puede fácilmente ser afectada negativamente por diversos factores físicos y biológicos del ambiente. Figueroa y Castro indican además que las condiciones físicas más importantes del ambiente que pueden originar daño considerable y provocar la muerte de la plántula: bajas temperaturas (o altas en nuestro caso), baja disponibilidad de agua y recursos nitrogenados o carbonados y la escasez de luz. Los ataques de microorganismos patógenos como virus, bacteria u hongos también pueden afectar a las plántulas, así como invertebrados defoliadores y mamíferos herbívoros.

En los bosques cálidos y secos es muy probable que las altas temperaturas y escasez de humedad afecten más a las plántulas que los otros factores. Por lo anterior, se eligió el valle del



Río Motagua para realizar esta investigación. El chaparral espinoso del valle del Motagua es posiblemente la región más seca de Centro América. Además se halla en peligro de extinción por su limitada extensión territorial, y porque parte de su vegetación nativa ha sido substituida por cultivos que requieren de mucha agua, como por ejemplo, los melones. Además, la deforestación, erosión y contaminación de sus corrientes de agua son evidentes. Por lo tanto, se presta para investigar este tema con el fin de elaborar recomendaciones para su mejor manejo y conservación.

En este estudio, las respuestas de germinación y sobrevivencia de plántulas, de diferentes especies bajo condiciones de claro y dosel, fueron evaluadas en el campo. Se puso a prueba la hipótesis de que existe una respuesta de germinación diferencial, es decir, cuáles condiciones diferentes de luz y temperatura afectan distintamente a la germinación de las semillas y la supervivencia de plántulas, utilizando 4 especies de plantas que comúnmente se encuentran en el valle del Motagua.

### **3. ANTECEDENTES**

#### *Conservación de la diversidad biológica en Guatemala*

Estudios recientes (CONADIBIO 1999, CDC-CECON 1996 a la fecha) enfatizan la importancia de la conservación de la diversidad biológica en nuestro país. Una de las etapas fundamentales para esta conservación es el conocimiento de los factores que determinan y mantienen la diversidad misma. Gracias a que se ha tomado conciencia de lo anterior, se ha promovido y apoyado la investigación de campo, tanto por entes gubernamentales (CONCYT) como autónomos (USAC) y privados, como las diferentes universidades privadas y los organismos no gubernamentales dedicados a la conservación y manejo adecuado de los recursos naturales.

#### *Estudios de regeneración del bosque en Guatemala*

A lo largo de estos últimos años, estudiantes, investigadores, catedráticos y personal asociado de la Universidad de San Carlos han conducido diversos estudios sobre la regeneración del bosque en Guatemala. Destacan los trabajos de regeneración en Petén (Orantes 1994), los del proyecto OLAFO CATIE también en Petén; los de Valdez y colaboradores para el CDC-CECON, en Huehuetenango y cadena volcánica (1996-98). Además, Lou (1998) trabajó en la regeneración del bosque de Santa María de Jesús, de la cordillera volcánica. Asimismo, la DIGI financió un estudio elaborado por Hernández y colaboradores (1998, 1999) en esta misma localidad.



Durante el año 2000, el mismo equipo de trabajo de la presente investigación, trabajó en Tulumaje, El Progreso, en un proyecto sobre el papel de los árboles aislados como núcleos de regeneración del bosque espinoso, financiado por CONCYT y el IIQB.

#### *Descripción del área de estudio*

Todos los ensayos de germinación se llevaron a cabo bajo condiciones naturales en una finca particular situada en la localidad de Tulumaje, Municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. El clima de la región es seco y caluroso, con lluvias concentradas en los meses de junio a octubre y una media anual de aproximadamente 500 mm de lluvia y 25° de temperatura.

#### *Vegetación Nativa del Valle del Motagua*

La vegetación nativa del Valle del Motagua está dominada por representantes de las familias Cactaceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae, Zygophyllaceae. Los arbustos y las plantas herbáceas abundan en los claros y bajo el dosel las enredaderas y epífitas son comunes. Más cerca de las corrientes de agua existen palmas, sauces y juncos.

#### *Registros de flora para la región*

La flora nativa de la ecorregión "bosque espinoso de América Central" tiene afinidades con la flora Neártica y Neotropical. Mientras que algunos elementos son claramente de origen neártico como géneros de cactáceas que se comparten con México (*Mammillaria*, *Stenocereus*), existen elementos de origen neotropical como los guayacanes (*Guaiacum* sp.) y palmeras (*Sabal* sp.)

## **4. JUSTIFICACIÓN**

La conservación de la diversidad biológica es una de las metas prioritarias de las instituciones a cargo del manejo de los recursos naturales de Guatemala. Por tanto, conocer y cuantificar esta diversidad es una necesidad básica de la investigación científica. La conservación del Valle del Motagua es de suma importancia biológica, económica, turística, histórica y social. Actualmente, en dicha región no se ha realizado ningún estudio acerca de la germinación de semillas de especies nativas, la sobrevivencia de plántulas y su implicación ecológica, por lo que un proyecto involucrando ambos aspectos resulta relevante. Adicionalmente, para manejar los recursos adecuadamente, es necesario tener conocimiento sobre los aspectos que condicionan la evolución y adaptación de las especies a través del tiempo.

En Guatemala no existen estudios sobre las diferencias en cuanto a respuesta de germinación es las especies encontradas dentro del bosque espinoso del Valle del Motagua, siendo este punto indispensable para desarrollar programas de reforestación efectivos y adecuadas a la zona de estudio. Esta es la primera evidencia de un estudio de germinación bajo condiciones naturales utilizando un conjunto de especies nativas del Valle del Motagua.



## 5. OBJETIVOS

### General

Contribuir al conocimiento de los procesos que afectan la diversidad biológica y la tasa de regeneración de los bosques del país, particularmente de los bosques secos.

### Específicos

- 1) Contribuir al conocimiento y conservación de la diversidad biológica del departamento de El Progreso.
- 2) Describir procesos y patrones útiles para desarrollar planes de manejo y conservación del bosque seco.
- 3) Cuantificar el desarrollo de la vegetación en los claros que se encuentran entre los manchones de bosque seco del área de estudio.

## 6. HIPÓTESIS

Existen diferencias significativas en la tasa de germinación de las semillas y sobrevivencia de las plántulas en los claros y bajo el bosque indicando la especialización de las plantas para regenerar en los distintos microambientes de sol y sombra.

## 7. REVISIÓN DE LITERATURA

### *Claros y regeneración*

Un claro es una discontinuidad en el dosel del bosque que expone a la superficie del suelo a condiciones ambientales diferentes a las que está expuesto el suelo bajo el dosel (Bazzaz y Pickett 1980). Por ejemplo, un claro produce un incremento en la densidad del flujo de fotones y un incremento en la proporción del espectro rojo/rojo lejano de la luz que incide sobre el suelo (Wilson 1965, Goldberg y Werner 1983, Nakashizuka 1985, Lee 1987, Vázquez-Yanes et al. 1990). Además, muchos autores (Grubb y Whitmore 1966, Denslow 1980, Collins y Pickett 1987) han reportado que las fluctuaciones de la temperatura son mayores en el suelo expuesto al sol que en el suelo bajo el dosel. También se sabe que la humedad ambiental es menor en el claro que bajo el dosel (Collins y Pickett 1987). En los bosques tropicales investigados por Denslow (1987) la humedad en las capas superiores del suelo bajo el dosel es muy superior a la humedad en las capas superiores del suelo en los claros. Las condiciones físicas de los claros permiten que ciertas plantas con características favorables a los claros los invadan rápidamente. Algunas de estas características pueden ser: tasas de crecimiento rápido, altura reducida o media, ciclos



de vida cortos, semillas pequeñas, anemocoría, fotoblastismo y la habilidad para formar bancos de semillas (Vázquez-Yanes y Guevara-Sada 1985, Denslow 1987, Vázquez-Yanes et al. 1990). Además, la regeneración de las especies pioneras ha estado asociada a las condiciones presentes en sitios recientemente intervenidos. Se asume que en estas especies la germinación se ve facilitada por las características físicas de los claros. Por ejemplo, las semillas de muchas especies de árboles pioneros muestran dormancia fotoblástica positiva. Por tanto, la germinación se ve estimulada en los claros por un incremento en la tasa del espectro rojo/rojo-lejano de la luz, mientras que se ve inhibida por una disminución de esta misma tasa bajo el dosel (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia 1990a, 1990b). Más aún, Washitani y Takenaka (1987) han reportado que existe una respuesta termo-sensible en la germinación de algunas especies pioneras. Así, las mayores temperaturas y la mayor variación en la temperatura diaria que se da en los claros estimula la germinación de las semillas.

Por otro lado, existe evidencia que en algunos bosques templados del hemisferio sur, la mayor parte de las especies germina mejor en los claros (Armesto y Figueroa 1987, Armesto y Fuentes 1988, Bustamante y Armesto 1995). Este es un régimen por el cual las plantas se verían favorecidas para germinar por la caída de árboles y ramas y por el movimiento del suelo debido a la lluvia y las tormentas y por efecto de la carga de epífitas y enredaderas (cf. Armesto y Fuentes 1988).

La dispersión en el tiempo es la estrategia de germinación de una planta, el cual está relacionado con los antecedentes históricos y filogenéticos de las plantas, así como masa de la semilla, forma de vida de la planta, síndrome de dispersión y período de dispersión (Figueroa y Armesto, 2001). Relacionándose lo anterior con el presente experimento dado el tipo de hábitat árido de las cactáceas.

Se dice también que la mortalidad de plantas en verano puede estar asociada principalmente a una pérdida del equilibrio fisiológico de la planta, es decir déficit hídrico, de carbono u otro. Observándose que la presencia de un banco de plántulas está dada por la tolerancia de las plantas a sombra del dosel del bosque y por la tolerancia de las plantas a patógenos y defoliadores. (Figueroa y Castro, 2000).

#### *Biodiversidad y factores que la generan*

La expresión "diversidad biológica elevada" o "alta biodiversidad" de una región indica que existe un conjunto más o menos grande de especies que cohabitan el área. Una de las causas de la diversidad es que las plantas se repartan sus nichos a través del tiempo. Varias especies de plantas pueden coexistir gracias a su capacidad de vivir en microhábitats diferentes ubicados



dentro de una misma localidad, y a que se especializan fisiológicamente y en el sitio específico que ocupan en el espacio disponible. Así, factores externos e internos interactúan para producir la diversidad que el observador detecta.

#### *Efecto del árbol nodriza sobre la regeneración*

En los ecosistemas se puede producir el efecto percha y efecto nodriza. El primero de estos ocurre cuando un árbol atrae a un conjunto de aves u otro tipo de fauna, el cual se alimenta de sus frutos, descansan en sus ramas y defecan semillas tanto de la especie donde se encuentran como de otras de las que se hallan alimentado antes de la llegada a dicho árbol, reuniéndose todas estas semillas debajo de la sombra del árbol. El segundo efecto ocurre cuando las semillas que están bajo la sombra del árbol germinan y sobreviven en mayor proporción que las que caen fuera de la sombra, gracias a las condiciones de humedad y temperatura más moderadas mantenidas por el árbol nodriza (Hernández 2001, com. pers.).

## 8. METODOLOGÍA

### *a. Fase de campo*

#### *Sitio de Colecta:*

Todos los ensayos de germinación se llevaron a cabo bajo condiciones naturales en una finca particular situada en la localidad de Tulumaje, Municipio de San Agustín Acasaguastlán, El Progreso, a la altura del kilómetro 87 de la carretera que conduce a Cobán, Alta Verapaz. (Anexo 1) . El claro tiene un área de 2 m<sup>2</sup>. Un fragmento de bosque espinoso con árboles de *Pereskia autumnalis*, *Leucaena* sp., *Guaiaacum* sp., *Ceiba* sp. rodean el claro. El valle del río Motagua se encuentra al sur del sitio del experimento.

#### *Especies a estudiar*

Se utilizaron semillas de especies nativas de la zona:

- 1) *Pereskia autumnalis* (Cactaceae), llamada manzanote, planta arbórea de 4-8 m de altura, posee hojas carnosas y suculentas, fruto suculento con espinas en el endospermo, numerosas espinas en su tronco y ramas, flores color naranja.
- 2) *Stenocereus eichlamii* (Cactaceae) conocida como tuno, planta suculenta y columnar de 2 a 6 m de altura, fruto carnoso color rojo, flores rojas.
- 3) *Leucaena diversifolia* (Mimosaceae) de nombre común yaje, árbol muy ramificado de hojas compuestas, tronco leñoso de altura aproximada de 6 m, frutos en vaina.
- 4) *Tecoma stans* (Bignoniaceae), timboque, árbol mediano de 2 a 5 m de altura que comúnmente crece a la orilla de la carretera y cerca de los cursos de agua de la zona.



### *Colección de las semillas*

Las semillas de las 4 especies se colectaron a partir de árboles, comunes en la zona. Con la excepción de las semillas de timboque (*Tecoma stans*) que fueron donadas por el INAB durante el año 2000, la mayoría de los frutos fueron colectados de las plantas madre durante los meses de mayor carga de frutos durante el mes de diciembre del 2000 y principios del 2001. Tan pronto los frutos fueron colectados, las semillas se extrajeron y se limpiaron manualmente. Las semillas se secaron bajo las condiciones ambientales presentes en el terreno. Cualquier semilla que presentara daños o evidencias de ataque de hongos o insectos era rechazada.

### *Siembra de las semillas (Imágenes 1 y 2)*

Las semillas grandes (> 0.1 mg) se sembraron en bandejas plásticas de 2.5 pulgadas de profundidad. El suelo se obtuvo directamente del sitio de estudio. El mismo fue esterilizado sometiéndolo a altas temperaturas (> 100° C) en fogata doméstica. Para evitar el ataque severo de depredadores sobre semillas y plántulas, las bandejas fueron colocadas dentro de jaulas de malla de metal y patas de madera, de 1-m<sup>3</sup> con una altura de 1.5 m sobre el nivel del suelo. Esta malla no disminuye la radiación fotosintéticamente activa que actúa sobre las semillas (Figuroa & Hernández, 2001).

Cada especie tuvo 6 réplicas, cada una con 50 semillas sembradas. Cada especie fue sometida a dos tratamientos al ser colocada 1/ al centro de un claro, y 2/ bajo el dosel. Para controlar cualquier caída de semillas que pudiera provenir de plantas cercanas al sitio, en cada jaula se colocó una bandeja "blanco o control" conteniendo suelo estéril pero sin semillas. Las jaulas que conteniendo las bandejas con las semillas bajo el dosel se colocaron aproximadamente 20 metros dentro del bosque. De marzo a los primeros días de mayo, las semillas fueron regadas manualmente, dos veces por semana. Más adelante las semillas recibieron únicamente el agua de lluvia, la cual fue muy escasa.

Una vez que las semillas fueron sembradas, la variación térmica y la variación en la radiación fotosintéticamente activa de los sitios de siembra fueron comparadas. El número de semillas que germinó en las bandejas fue registrado semanalmente, al igual que los cambios en la fenología de las plantas comunes del lugar (ver anexo 2). Para cada especie sembrada, las observaciones sobre su germinación fueron conducidas durante siete meses. (Ver Imágenes 3 a 5) Al ya no haber más germinación de semillas, se determinó el porcentaje de germinación en el claro y bajo el dosel.

### *b. Fase de gabinete*

Los valores fueron comparados y sometidos a análisis estadístico por medio de la Prueba del Rango con Signos de Wilcoxon, con un  $\alpha = 0.05$ .



## 9. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### *Efectos del claro y del dosel sobre la germinación*

Las semillas sometidas a los tratamientos de claro y bajo dosel (sol y sombra), provienen del mismo banco de semillas, por lo que se le considera una muestra homogénea.

Al someter los resultados al análisis estadístico (Prueba del rango con signos de Wilcoxon, con un  $\alpha = 0.05$ ), se determinó que existe diferencia significativa entre los dos tratamientos estudiados.

Con las semillas de timboque, *Tecoma stans*, no se obtuvieron resultados en lo absoluto.

En las gráfica de yaje y manzanote se observa que al menos 70% de sus semillas germinaron en el claro. En la especie *Pereskia autumnalis*, manzanote el porcentaje de germinación en el claro es mayor del 50% y en las 3 especies restantes el porcentaje de germinación en el claro es inferior al 10%. Prácticamente todas las semillas viables de cada tres de las especies germinaron en el claro pero no sobrevivieron por mucho tiempo.

No obstante, se puede observar en la gráfica de leucaena que en algunas de las semillas el porcentaje de germinación bajo el dosel fue diferente que en el claro.

No se detectaron respuestas de germinación estimuladas por los claros en aquellas especies típicas del interior del bosque, ver la gráfica de guayacán

Fue notorio que más del 90% de las semillas *Guaiacum* sp., caídas naturalmente sobre las bandejas, la cual crece en interior del bosque, germinó bajo el dosel. Resultado que fue consistente con la abundancia de estas especies en el sotobosque.

A continuación se muestran las gráficas por especie con su respectiva tabla de resultados, por fecha de monitoreo.

### *Fenología de las especies*

Además, se obtuvieron los respectivos ciclos fenológicos de especies comúnmente encontradas en el bosque espinoso, mostrando los aspectos de floración y fructificación.

Por ejemplo, en la gráfica del ciclo fenológico de *Pereskia autumnalis* se pueden observar 4 picos de fructificación, notándose que 3 de ellos poseen mayor extensión temporal, tiene dos picos de floración, uno más grande que el otro.



## 10. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### *Efectos del claro y del dosel sobre la germinación*

Resulta evidente, a partir de los patrones de germinación, que la lluvia es el fenómeno que desencadena los procesos de germinación y supervivencia de las semillas en esta zona

En este tipo de bosque resulta evidente el efecto aislante del calor que tiene el dosel arbóreo, el cual se acentúa durante los meses secos (Vásques-Vásquez et al 1990, Figueroa & Hernández 2001)

El tratamiento de sombra (bajo dosel) conserva la humedad, y mantiene la temperatura más constante. Estas condiciones permiten la germinación y supervivencia de un mayor número de semillas. Sin embargo, el número de semillas que germinó y sobrevivió respecto del total, fue muy reducido puesto que en ningún caso excedió del 24% del total. Esto puede reflejar diferentes situaciones:

- 1) La calidad de las semillas era desconocida, conociéndose únicamente su procedencia, y además que no se les hizo una prueba de viabilidad.
- 2) La calidad y cantidad del sustrato en las bandejas, el cual en primer lugar pudo no haber sido suficiente para mantener la humedad y temperatura necesarias para la supervivencia de las semillas. El sustrato natural no sólo conserva la humedad y temperatura adecuadas por la sombra de árboles adultos sino también por el humus y hojarasca.
- 3) El patrón de lluvias fue irregular, ya que al inicio de la temporada de lluvias hubo unos pocos días de lluvia intensa, luego se interrumpió completamente. Posteriormente hacia el mes de junio, volvió a llover pero de una manera escasa y esporádica.

Los habitantes de la zona comentaron que el año 2001 había sido extremadamente caluroso y seco, por lo que el patrón de germinación y supervivencia observado en este experimento, no refleja necesariamente lo que ocurriría en condiciones meteorológicas normales.

Las observaciones en el campo muestran que las plántulas, tanto de las especies estudiadas, como del resto de la vegetación arbórea y arbustiva de la zona, germinan tanto en claros como bajo el dosel, pero únicamente sobreviven si se encuentran bajo la sombra de los árboles adultos.

A diferencia de lo encontrado por Figueroa & Hernández (2001) en un bosque húmedo de Sur América, los resultados sugieren una fuerte asociación entre los hábitats donde las plántulas de estas especies están creciendo y sus requerimientos para la germinación. Interesantemente, dos de estas especies (yaje y manzanote) frecuentemente son dispersadas por mamíferos introducidos como vacas y caballos, pues en sus heces se encuentran semillas viables y plántulas germinando



(Ver Imagen 6). A pesar de que las heces con semillas caen tanto bajo el dosel arbóreo como en espacios abiertos, quedan protegidas de la desecación y el calor por el dosel sobreviviendo. Es muy posible que mamíferos actuales (coches de monte, venados, mapaches, actúen aún como agentes dispersantes). También las aves pueden consumir las semillas. Por otro lado, la megafauna del Pleistoceno de la zona (Mastodontes, Megaterios, Gliptodontes) probablemente consumían estas plantas.

#### *Fenología de las especies*

La fructificación, sea corta o larga, no cumple su función de producción y generación de plantas más que en aquel momento en que la producción de frutos que liberan semillas, coinciden con el patrón de lluvias.

La planta asegura su descendencia al producir una gran cantidad de semillas a lo largo de varias etapas en el año.

## 11. CONCLUSIONES

- 1) La mayoría de las semillas cae naturalmente bajo los árboles.
- 2) La observación de campo indica que la mayoría de plántulas se encuentra bajo los árboles, existiendo muy pocas en áreas abiertas.
- 3) El manzanote fue el único que logró sobrevivir por más tiempo a todo el proceso tanto en sol como bajo sombra. Luego le siguen unos escasos tunos, lo que indica que se requiere de condiciones naturales más húmedas para la germinación y supervivencia de estas especies.
- 4) El dosel arbóreo, el humus y hojarasca, protegen de la desecación y exceso de calor a muchas especies de semillas y plantas, logrando así sobrevivir su primer verano, porque en los lugares en donde no existe sombra y bajo ella sólo el manzanote sobrevivió por más tiempo.
- 5) Por observación directa, las semillas de guayacán germinan abundantemente bajo el dosel, sobre todo en el suelo, pero las caídas en las bandejas de la jaula, fueron atacadas por
- 6) por hongos y afectadas por las altas temperaturas, poca humedad y poco sustrato.
- 7) Los árboles vivos adultos de guayacán y manzanote son los mejores árboles percha y nodriza ya que producen frutos comestibles y mantienen plantas vivas debajo de ellos.

## 12. RECOMENDACIONES

Aparentemente, el manzanote (*Pereskia autumnalis*) es la única planta que parece sobrevivir bajo condiciones de sol por mayor período de tiempo. Y ya que es buen árbol percha y nodriza, se



podría sugerir que esta especie sería la indicada para sembrar en aquellos lugares donde se quisiera reforestar con especies nativas.

Con base en el resultado del análisis estadístico, el cual indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos de claro y bajo el dosel, se puede concluir que los patrones naturales recomiendan que se debe sembrar bajo sombra, porque las semillas que fueron sembradas bajo el sol, puede que no germinen o germinen y se mueran por las condiciones extremas de la zona.

### 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Armesto JJ, Figueroa J. -*Site structure and dynamics in the temperate rain forest of Chiloé- Archipiélago, Chile.* J Biogeog 14: 367-376, 1987

Armesto JJ, Fuentes ER. -*Tree species regeneration in a mid-elevation, temperate rainforest in Isla de Chiloé, Chile.*- Vegetatio 74: 151-159, 1988

Bazzaz FA, Pickett STA. -*Physiological ecology of tropical succession: A comparative review.*- Ann Rev Ecol Syst 11: 287-310, 1980

Bustamante RO, Armesto JJ. -*Regeneration dynamics in canopy gaps of a montane forest of Chiloé Island, Chile.*- Revista Chilena de Historia Natural 68: 391-398, 1995

Collins BS, Pickett STA. -*Influence of canopy opening on the environment and herb layer in a northern hardwood forest.*- Vegetatio 70: 3-10, 1987

Denslow JS. -*Tropical rainforest gaps and tree species diversity.*- Ann Rev Ecol Syst 18: 431-51, 1987

Figueroa & Hernández 2000

Figueroa & Hernández 2001

Figueroa J, Armesto JJ, Hernández, JF. -*Estrategias de germinación y latencia de semillas en especies del bosque templado de Chiloé, Chile.*- Revista Chilena de Historia Natural 69: 243-251, 1996

Lee DW. -*The spectral distribution of radiation in two neotropical rainforests.*- Biotropica 19: 161-166, 1987

Vázquez-Yanes C, Guevara-Sada S. -*Caracterización de los grupos ecológicos de árboles de la selva húmeda.*- In: Gómez-Pompa A, del Amo S (eds) Investigaciones sobre la Regeneración de Selvas Altas en Veracruz, México, II. Editorial Alhambra, México DF, México, pp 67-78, 1985



Vázquez-Yanes C, Orozco-Segovia A. -*Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats.*- *Oecologia* 83: 171-175, 1990a

Vázquez-Yanes C, Orozco-Segovia A. -*Seed dormancy in a tropical rain forest. In: Hadley M (ed). Reproductive biology of tropical plants.*- Man and the Biosphere Series, Unesco, Paris y Parthenon publishing, Carnforth, Lancaster, 1990b

Veblen TT. -*Regeneration patterns in Araucaria araucana forest in Chile.*- *J. Biogeogr.* 9:11-28, 1982

Veblen TT. -*Tree regeneration responses to gaps along a transandean gradient.*- *Ecology* 70:541-543, 1989

Washitani I, Takenaka A. -*Gap-detecting mechanism in the seed germination of Mallotus japonicus (Thunb.) Muell. Arg., a common pioneer tree of secondary succession in temperate Japan.*- *Ecol Research* 2: 191-201, 1987

Willson MF, Whelan CJ. -*Variation in postdispersal survival of vertebrate-dispersed seeds: effects of density, habitat, location, season, and species.*- *Oikos* 57: 191-198, 1990

Whitmore TC. -*Tropical rain forests of the Far East.*- Oxford Clarendon Press, London, 1975

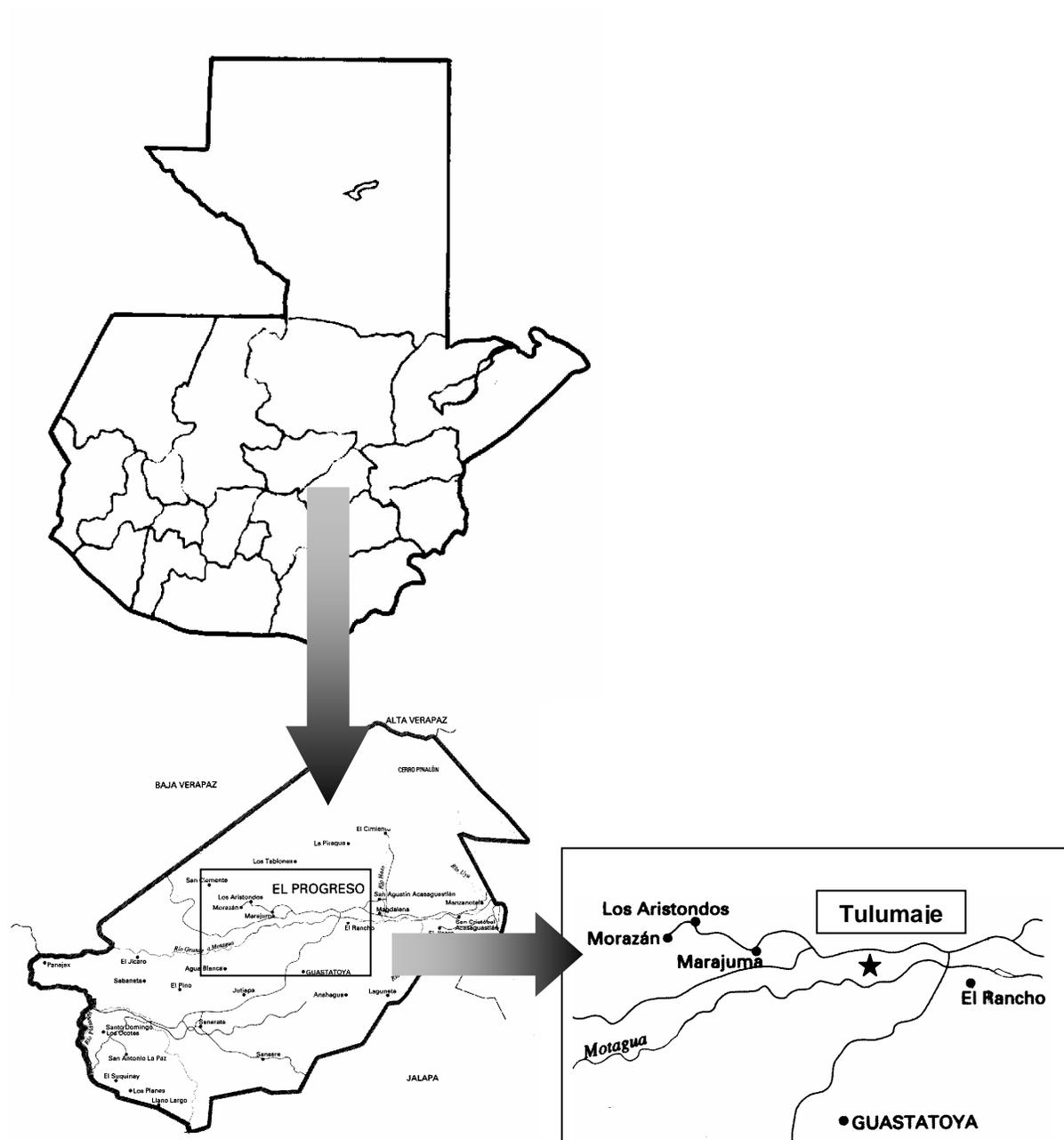


## 14. ANEXOS E IMÁGENES

- Anexo 1: Croquis de la ubicación del proyecto
- Anexo 2: Boletas de monitoreo de germinación y fenología
- Anexo 3: Trifoliar del dos de las fases del proyecto
- Imagen 1: Cernido y esterilización del sustrato
- Imagen 2: Siembra de semillas
- Imagen 3: Monitoreo de germinación de tuno
- Imagen 4: Monitoreo de germinación de manzanote
- Imagen 5: Monitoreo de germinación de yaje y guayacán
- Imagen 6: Germinación natural en heces de vaca
- Imagen 7: Evidencias de vandalismo
- Imagen 8: Evaluación por parte de DIGI
- Imagen 9: Elaboración de vídeo con apoyo de DIGI
- Imagen 10: Actividad de docencia y extensión con estudiantes del programa de EDC



## ANEXO No. 1 CROQUIS DE UBICACIÓN DEL PROYECTO





## ANEXO No. 2: BOLETAS PARA TOMA DE DATOS

BOLETA PARA MONITOREO DE GERMINACIÓN No. ____					
	No de Caja	c1		FECHA:	
	CLARO = C	x		INVESTIGADOR:	
	BOSQUE = B				
Especie	No. Semillas germinadas acumuladas	Altura	No. Hojas	Etapas de crecimiento	Observaciones (Datos fenológicos)
timboque					
tuno					
pereskia					
yaje					
control					
melocactus					
guayacán					

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIÓN -DIGI-  
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS -IIQB-  
 PROYECTO: 2001-10 (Tulumaje, El Progreso)

### Reporte de Datos Fenológicos

Investigadores: A.V. , R. G.

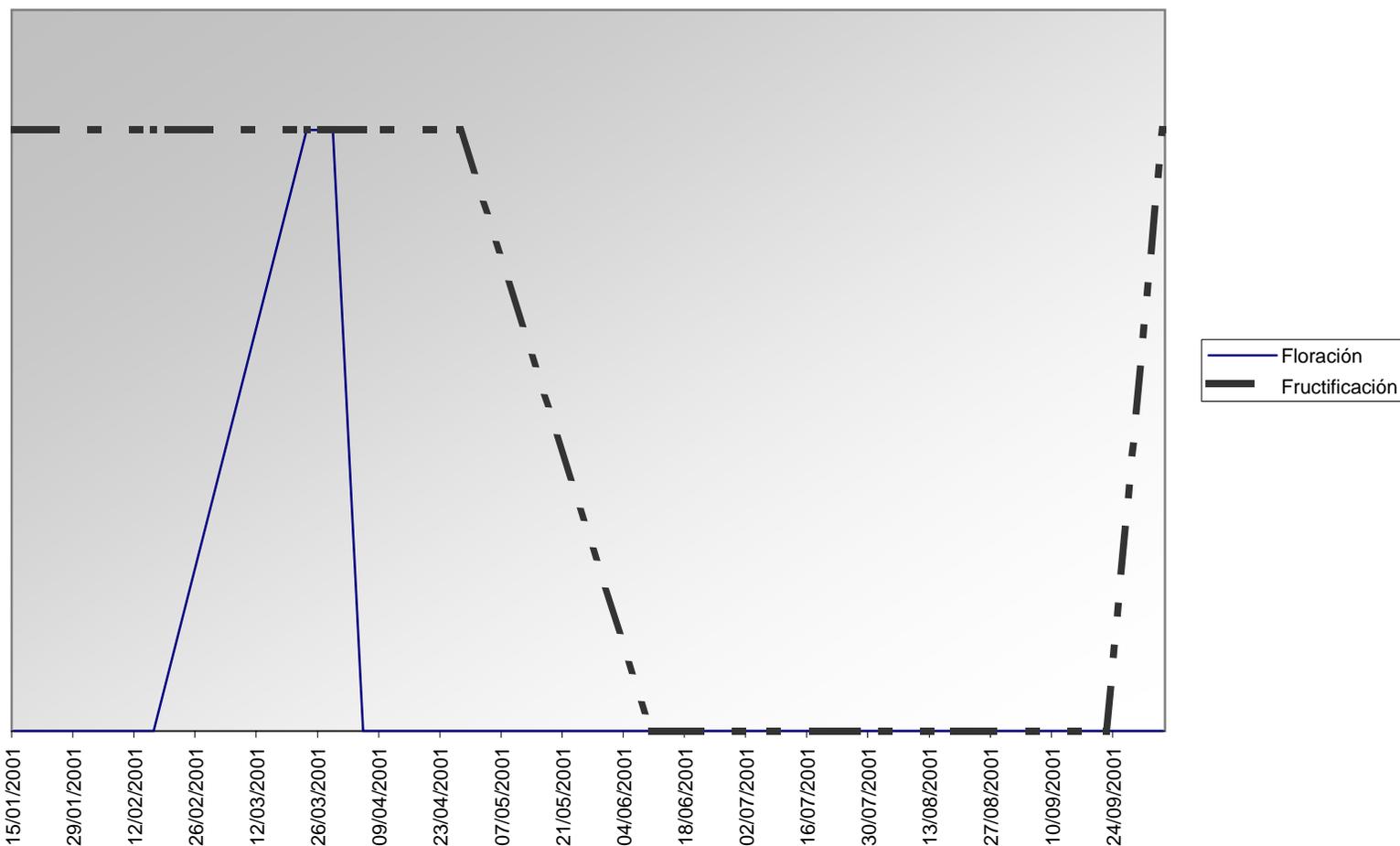
Fecha	Especie	Hojas	Flores	Fruto	Observaciones
15/01/2001	Guayacán	Con	Sin	Sin	
	Pereskia	Pocas	Sin	Maduros	
	Tuno	Con	Sin	Escasos, maduros	
	Hematoxilon	Con	Con	Vainas verdes	
	Leucaena	Sin	Sin	Vainas secas	
	Orotoguaje	Secas	Sin	Vainas, secos	
	Bombax	Sin	Con	Cápsula verde y peq.	



---

## **ANEXO No. 2: TRIFOLIAR DE DOS DE LAS FASES DEL PROYECTO**

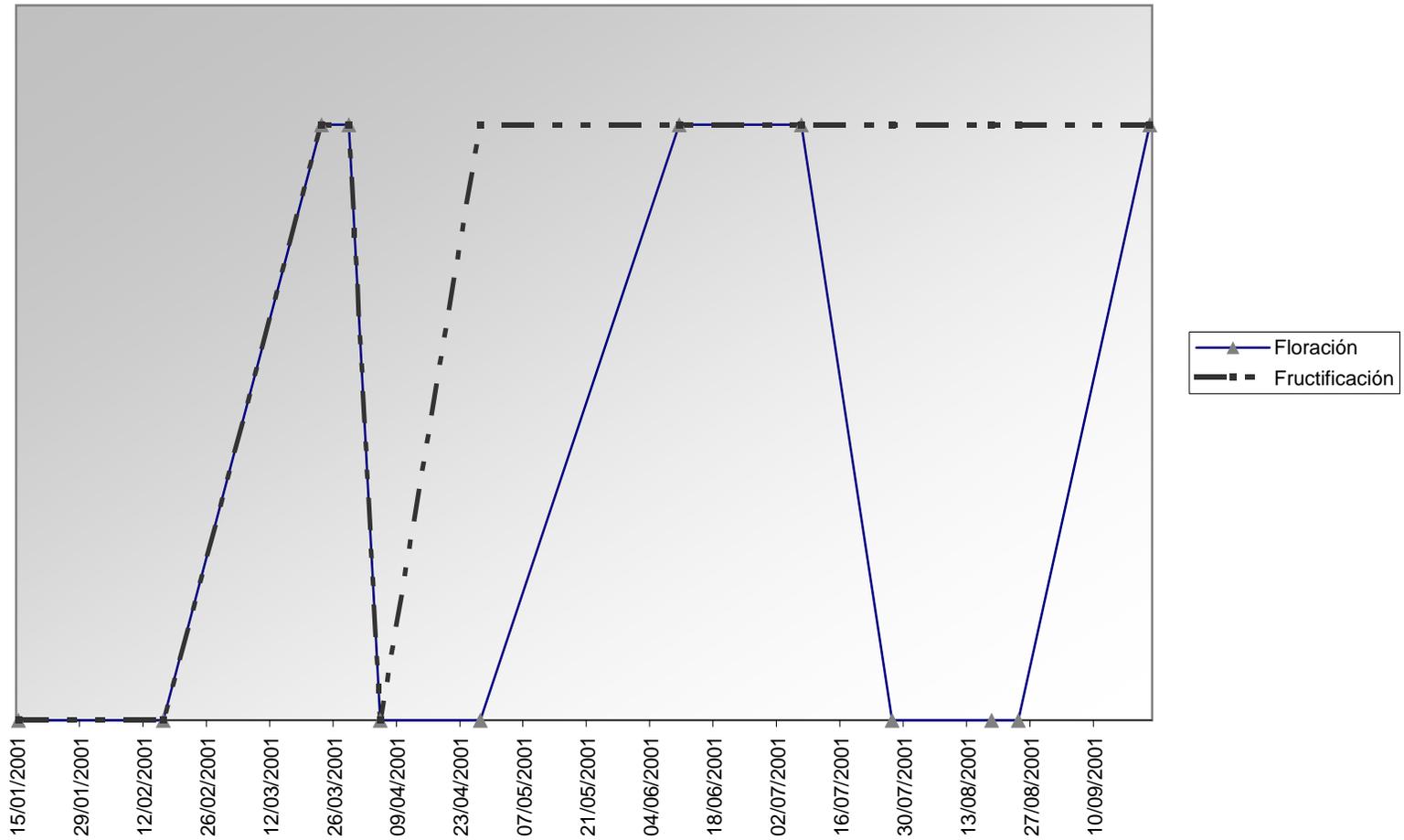
### FENOLOGIA DE TUNO



	15-Ene	16-Feb	23-Mar	29-Mar	05-Abr	27-Abr	10-Jun	07-Jul	27-Jul	18-Ago	24-Ago	22-Sep	05-Oct
— Floración	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
- - Fructificación	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1

Fechas de monitoreo

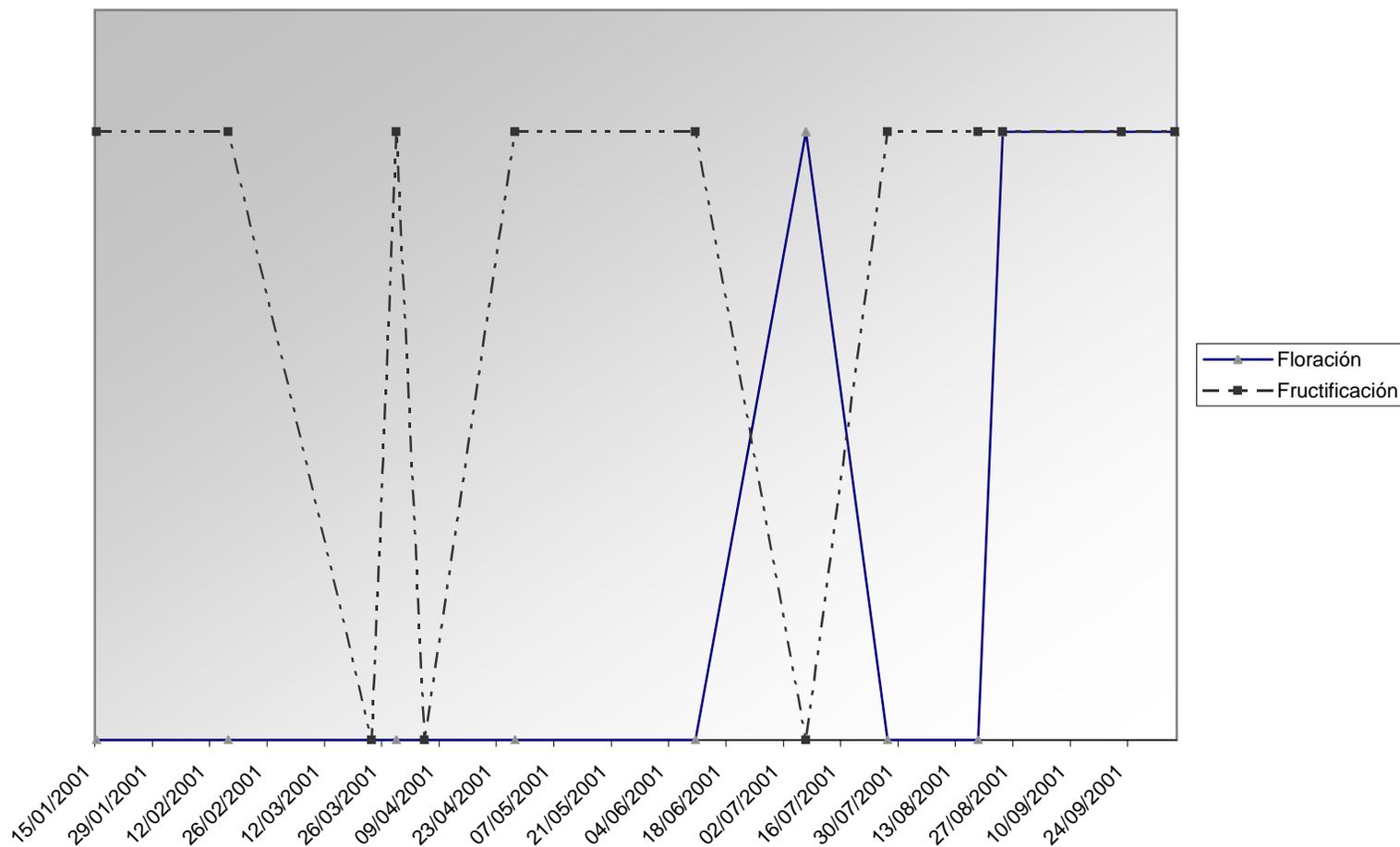
## FENOLOGIA DE GUAYACAN



	15-Ene	16-Feb	23-Mar	29-Mar	05-Abr	27-Abr	10-Jun	07-Jul	27-Jul	18-Ago	24-Ago	22-Sep
—▲— Floración	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1
—■— Fructificación	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1

Fechas de monitoreo

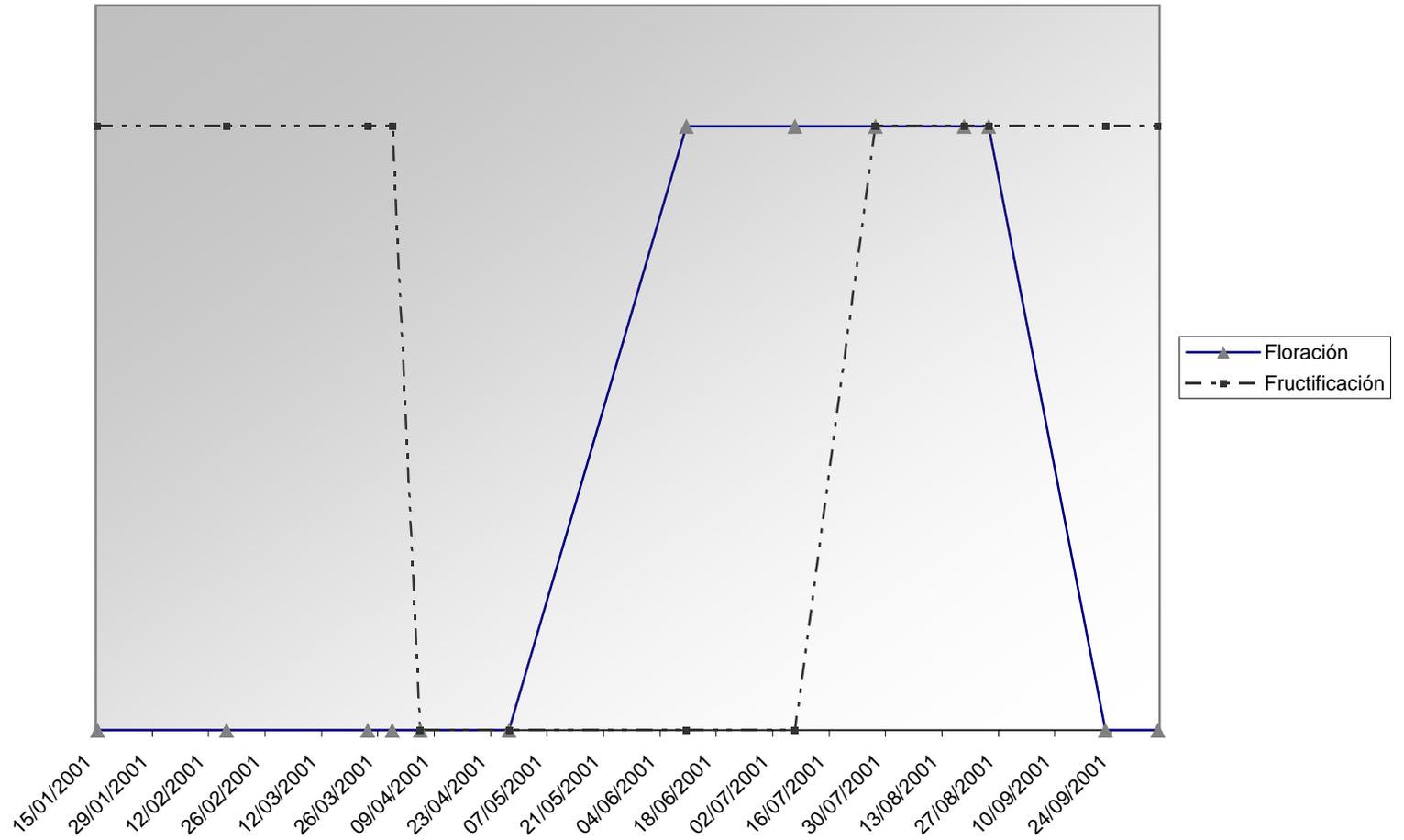
### FENOLOGIA DE PERESKIA



	15-Ene	16-Feb	23-Mar	29-Mar	05-Abr	27-Abr	10-Jun	07-Jul	27-Jul	18-Ago	24-Ago	22-Sep	05-Oct
—▲— Floración	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1
-■- Fructificación	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1

Fechas de monitoreo

### FENOLOGIA DE LEUCAENA



	15-Ene	16-Feb	23-Mar	29-Mar	05-Abr	27-Abr	10-Jun	07-Jul	27-Jul	18-Ago	24-Ago	22-Sep	05-Oct
—▲— Floración	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
-■- Fructificación	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1

Fechas de monitoreo