

✓ **ESTUDIO DE DEPREDADORES DE LA FAMILIA CLERIDAE Y  
SU RELACION CON *Dendroctonus mexicanus* (Hopk.).**

**BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.  
TESIS DE MAESTRIA**



**DIRECCION ACADEMICA  
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES  
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

Presentada como Requisito parcial  
Para obtener el Grado de:  
Maestro en Ciencias Forestales, Por:

**LUCIA DEL CARMEN ROMERO**

**CHAPINGO, MEXICO**

**1993**



Esta tesis fue realizada bajo la dirección del comité indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

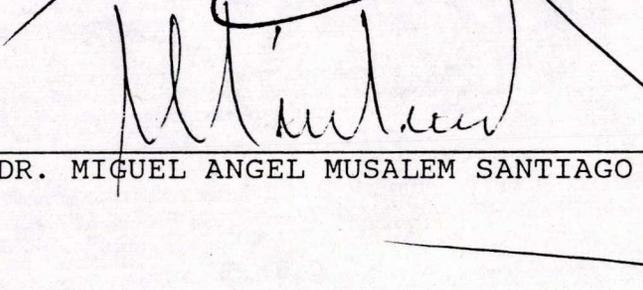
MAESTRO EN CIENCIAS FORESTALES



PRESIDENTE: \_\_\_\_\_  
M. C. DAVID CIBRIAN TOVAR



ASESOR: \_\_\_\_\_  
DR. AURELIO M. FIERROS GONZALEZ



ASESOR: \_\_\_\_\_  
DR. MIGUEL ANGEL MUSALEM SANTIAGO

26038

El Jurado del Examen de Grado de Maestria en Ciencias Forestales estuvo constituido por:

PRESIDENTE: \_\_\_\_\_

M. C. DAVID CIBRIAN TOVAR

ASESOR: \_\_\_\_\_

DR. AURELIO M. FIERROS GONZALEZ

ASESOR: \_\_\_\_\_

DR. MIGUEL ANGEL MUSALEM SANTIAGO

REPRESENTANTE DE LA COORDINACION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO DE LA DICIFO:

DR. HUGO RAMIREZ MALDONADO

REPRESENTANTE DE LA COORDINACION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO DE LA UACH:

M.C. CELINA LLANDERAL CAZARES

Cada uno de los cuales, revisó y aprobó la tesis presentada.

Chapingo, México, a 25 días del mes de Agosto de 1993.

## AGRADECIMIENTOS

Al Maestro en Ciencias David Cibrián Tovar, asesor principal de esta tesis, por la conducción y revisión de ésta y por todo lo nuevo que me permitió conocer en su área de trabajo.

A los Doctores Aurelio M. Fierros y Miguel A. Musálem, miembros del Comité particular, por la asesoría y revisión del trabajo.

A la División de Ciencias Forestales, en la persona del Ing. Saúl Monreal Rangel y a la Universidad Autónoma Chapingo, por el apoyo brindado durante mi estancia para concluir el programa de estudios y la investigación.

A los profesores de la División que, por sus enseñanzas, de una u otra forma contribuyeron a la realización del estudio, con especial referencia al Maestro Carlos Francisco Rohman de la Vega, por su permanente disposición de ayuda.

Al técnico Wenceslao Sánchez Martínez por su valiosa ayuda en el trabajo de campo.

Al ingeniero Tulio Méndez Montiel por el apoyo en el análisis de datos.

A todo el personal del Laboratorio de Entomología y Patología Forestal de la DICIFO, por su disposición de ayuda.

Al Señor Jorge Espinoza del CEC y al Dr. Roberto Reyna Robles, del Centro de Entomología y Acarología del CP, por su ayuda en el proceso de datos.

A la Subdelegación Forestal del Estado de México, en la persona del Ing. Armando Sánchez Gómez, por el apoyo legal brindado para trabajar en predios boscosos.

Al Señor José Aguilar, dueño del predio donde se realizó el trabajo de campo, por permitir el acceso a su propiedad.

Al Señor Ernesto Maurer y al Ing. Edgard Patiño por el apoyo logístico en el trabajo de campo.

A mis compañeros de estudios en la Mestria, por su apoyo en los momentos más necesarios.

A la Escuela de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria en Nicaragua por haberme brindado la oportunidad de alcanzar mejores metas.

A la Universidad de Wageningen, Holanda, por el apoyo técnico y financiero a la Escuela de Ciencias Forestales, para la realización de los estudios en general y de este trabajo en particular.

Se agradece al CONACYT el apoyo parcial a los programas de postgrado de la UCh.

DEDICATORIA

A mis seres queridos.

A mi patria, Nicaragua.

INDICE DE CUADROS.....	.....
INDICE DE FIGURAS.....	.....
RESUMEN.....	.....
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades del descortezador mexicano de los pinos <b>Dendroctonus mexicanus</b> Hopk.....	3
2.2. Aspectos generales de la familia Cleridae.....	5
2.3. Género <b>Enoclerus</b> .....	6
2.3.1. Generalidades.....	6
2.3.2. Descripción.....	6
2.3.3. Situación taxonómica.....	7
2.3.4. Descripción de dos especies del género.....	7
2.3.4.1. <b>Enoclerus arachnodes</b> Klug.....	8
Situación taxonómica.....	8
Descripción.....	8
2.3.4.2. <b>Enoclerus sphegeus</b> Fab.....	9
Descripción.....	9
2.3.5. Hábitos a nivel de género.....	12
2.3.5.1. Oviposición.....	12
2.3.5.2. Hábitos de las larvas.....	14
2.3.5.3. Hábitos de los adultos.....	14
2.3.5.4. Disposición espacial.....	15
2.3.6. Importancia del género en el control biológico.....	17
2.3.7. Métodos de cría en laboratorio.....	21
2.3.8. Distribución del género en la República Mexicana.....	23
3. METODOLOGIA.....	26
3.1. Disposición espacial de larvas de <b>Enoclerus</b> y descortezadores.....	27
3.1.1. Selección de árboles.....	27
3.1.2. Tamaño y toma de muestras y registro de datos.....	28
3.1.3. Relaciones entre <b>Dendroctonus mexicanus</b> y sus depredadores del género <b>Enoclerus</b> .....	29
3.1.4. Distribuciones estadísticas que representan la disposición espacial de larvas de <b>Enoclerus</b> y descortezadores.....	30
3.2. Ciclo de vida de dos especies de <b>Enoclerus</b> en condiciones de laboratorio.....	31
3.2.1. Captura e identificación de especies.....	31
3.2.2. Cría de especies en el laboratorio, a dos temperaturas diferentes.....	32
3.2.3. Determinación de tasas de oviposición.....	33
3.2.4. Determinación de ciclos de vida y tasas de consumo.....	33
3.2.5. Análisis del desarrollo y consumo y comparación entre temperaturas y especies.....	34

3.3. Ciclo de vida en el campo.....	34
3.3.1. Ubicación del área de estudio.....	34
3.3.2. Selección y marcado de árboles.....	36
3.3.3. Periodos de muestreo.....	37
3.3.4. Toma de muestras.....	39
3.3.5. Análisis y registro de muestras.....	40
3.3.6. Determinación de especies.....	40
3.3.7. Determinación del ciclo de vida en el campo.....	40
3.3.8. Determinación de mortalidad de descortezadores causada por los depredadores.....	41
3.3.9. Comparación de niveles de infestación.....	41
4. RESULTADOS.....	43
4.1. Disposición espacial de larvas de <b>Enoclerus</b> y ataques de descortezadores.....	43
4.1.1. Relaciones entre <b>Dendroctonus mexicanus</b> y sus depredadores del género <b>Enoclerus</b> .....	43
4.1.2. Disposición espacial de los depredadores y descortezadores explicada a través de distribuciones estadísticas.....	47
4.2. Ciclo de vida en laboratorio.....	55
4.2.1. Determinación de especies a estudiar.....	55
4.2.2. <b>Enoclerus arachnodes</b> Klug.....	55
4.2.2.1. Descripción.....	55
Adulto.....	55
Huevo.....	56
Larva.....	57
Pupa.....	58
4.2.2.2. Duración de estados de desarrollo y consumo de alimento.....	60
Comparación del desarrollo y el consumo entre temperaturas.....	67
4.2.3. <b>Enoclerus erro</b> Wolcott.....	68
4.2.3.1. Descripción.....	68
Adulto.....	68
Huevo.....	69
Larva.....	69
Pupa.....	71
4.2.3.2. Duración de estados de desarrollo y consumo de alimento.....	73
Comparación del desarrollo y el consumo entre temperaturas.....	78
4.2.4. <b>Enoclerus ablusus</b> Barr.....	78
4.2.5. Comparación entre <b>E. arachnodes</b> y <b>E. erro</b> .....	79
4.2.5.1. Días de desarrollo y consumo.....	79
4.2.5.2. Oviposición.....	80
Evolución que sufrieron los huevecillos durante su desarrollo.....	80
Determinación de sobrevivencia de huevecillos a través de larvas eclosionadas.....	81

4.2.5.3. Larvas.....	82
Aspecto de las larvas recién eclosionadas.....	82
Cambios de coloración.....	83
Diferencias entre las larvas de ambas especies.....	83
Aspectos de alimentación.....	84
4.2.5.4. Adultos.....	86
4.2.6. Clave para tres especies mexicanas del género <b>Enoclerus</b> .....	88
4.3. Ciclo de vida en el campo.....	90
4.3.1. Determinación de especies de cléridos.....	90
4.3.2. Ciclo de vida para las especies en dos periodos de muestreo.....	91
4.3.2.1. Ciclo de vida y hábitos de <b>Enoclerus arachnodes</b> .....	91
Ciclo de vida.....	91
Hábitos de los individuos.....	95
4.3.2.2. Ciclo de vida y hábitos de <b>Enoclerus erro</b> .....	97
Ciclo de vida.....	97
Hábitos de los individuos.....	101
4.3.2.3. Comparación de ciclos entre las dos especies de depredadores.....	101
4.3.2.4. Ciclo de vida del descortezador.....	102
4.3.2.5. Relaciones de las dos especies de depredadores con el descortezador.....	107
Relación de ciclos de vida.....	107
Relación de poblaciones.....	110
Estimación de mortalidad de descortezadores causada por los depredadores.....	112
4.3.2.6. Supervivencia de depredadores.....	117
4.3.3. Comparación de las poblaciones en los tres niveles de infestación.....	123
4.3.4. Otros individuos asociados.....	128
5. CONCLUSIONES.....	131
6. LITERATURA CITADA.....	134
7. ANEXOS.....	141

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.

Características distintivas de los instares larvales de **Enoclerus sphegeus**.....11

Cuadro 2.

Duración y capacidad de consumo de los estados de desarrollo de **Enoclerus lecontei**.....19

Cuadro 3.

Características de los árboles usados para estudiar la disposición espacial de cléridos y descortezadores.....27

Cuadro 4.

Número de muestras por niveles y tamaños para el estudio de disposición espacial de descortezadores y depredadores.....28

Cuadro 5.

Características de los árboles seleccionados para el estudio del ciclo de vida en el campo de descortezadores y depredadores.....38

Cuadro 6.

Indices de correlación encontrados en la comparación de las variables longitud de galerías y nichos de oviposición de descortezadores.....44

Cuadro 7.

Anchuras cefálicas y longitud del cuerpo para diferentes estadios larvales de **Enoclerus arachnodes**.....57

Cuadro 8.

Duración en días y consumo alimenticio de los estados de desarrollo de **Enoclerus arachnodes** a dos temperaturas de cría diferentes.....61

Cuadro 9.

Anchuras cefálicas y longitud del cuerpo para diferentes estadios larvales de **Enoclerus erro**.....70

Cuadro 10.

Duración en días y consumo alimenticio de los estados de desarrollo de *Enoclerus erro* a dos temperaturas de cría diferentes.....74

Cuadro 11.

Registro de oviposiciones en hembras de cléridos en siete días no consecutivos.....80

Cuadro 12.

Porcentaje de eclosión de larvas de cléridos a temperatura ambiente.....82

Cuadro 13.

Índices de correlación  $r^2$  encontrados al relacionar las variables población de depredadores y población de descortezadores.....112

Cuadro 14.

Mortalidad de descortezadores en dos períodos de muestreo.....113

Cuadro 15.

Consumo medio de depredadores criados en laboratorio a una temperatura de 17°C.....114

Cuadro 16.

Depredadores encontrados en dos períodos de muestreo y estimación de su consumo en campo.....115

Cuadro 17.

Valores de F calculada en el análisis de varianza para las comparaciones entre los niveles de infestación para las poblaciones de descortezadores y de sus depredadores.....128

Cuadro 18.

Descortezadores e individuos asociados encontrados en la corteza de los árboles muestreados.....130

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	
Adulto de <b>Enoclerus sphegeus</b> .....	12
Figura 2.	
Larva de <b>Enoclerus sphegeus</b> .....	12
Figura 3.	
Lugares de colecta de especies del género <b>Enoclerus</b> en la República Mexicana.....	25
Figura 4.	
Forma y tamaño de muestras para el estudio de disposición espacial de descortezadores y depredadores.....	29
Figura 5.	
Ubicación del lugar para el estudio del ciclo de vida en el campo de descortezadores y depredadores.....	35
Figura 6.	
Arboles seleccionados para la toma de muestras en campo.....	42
Figura 7.	
Baunvelos para escalar árboles.....	42
Figura 8.	
Probabilidades encontradas en diferentes distribuciones estadísticas e índices de dispersión para ataques de descortezadores en el nivel uno de infestación.....	52
Figura 9.	
Probabilidades encontradas en diferentes distribuciones estadísticas e índices de dispersión para ataques de descortezadores en el nivel dos de infestación.....	52
Figura 10.	
Probabilidades encontradas en diferentes distribuciones estadísticas e índices de dispersión para ataques de descortezadores en el nivel tres de infestación.....	53

Figura 11.

Probabilidades encontradas en diferentes distribuciones estadísticas e índices de dispersión para larvas de depredadores en el nivel uno de infestación.....53

Figura 12.

Probabilidades encontradas en diferentes distribuciones estadísticas e índices de dispersión para larvas de depredadores en el nivel dos de infestación.....54

Figura 13.

Probabilidades encontradas en diferentes distribuciones estadísticas e índices de dispersión para larvas de depredadores en el nivel tres de infestación.....54

Figura 14.

Adulto de **Enoclerus arachnodes**.....59

Figura 15.

Huevecillos de **Enoclerus arachnodes**.....59

Figura 16.

Larva de **Enoclerus arachnodes**.....59

Figura 17.

Pupa de **Enoclerus arachnodes**.....59

Figura 18.

Días y consumo requeridos por estados juveniles de **E. arachnodes** a una temperatura de 23-25°C.....62

Figura 19.

Días y consumo requeridos por estados juveniles de **E. arachnodes** a una temperatura de 15-17°C.....62

Figura 20.

Adulto de **Enoclerus erro**.....72

Figura 21.

Huevecillos de **Enoclerus erro**.....72

Figura 22.	
Larva de <b>Enoclerus erro</b> .....	72
Figura 23.	
Pupa de <b>Enoclerus erro</b> .....	72
Figura 24.	
Días y consumo requeridos por estados juveniles de <b>E. erro</b> a una temperatura de 23-25°C.....	75
Figura 25.	
Días y consumo requeridos por estados juveniles de <b>E. erro</b> a una temperatura de 15-17°C.....	75
Figura 26.	
Larvas de <b>E. arachnodes</b> y <b>E. erro</b> con la característica distintiva de sus cercos.....	85
Figura 27.	
Ciclo de vida de <b>E. arachnodes</b> en el primer período de muestreo.....	92
Figura 28.	
Ciclo de vida de <b>E. arachnodes</b> en el segundo período de muestreo.....	94
Figura 29.	
Ciclo de vida de <b>E. erro</b> en el primer período de muestreo.....	98
Figura 30.	
Ciclo de vida de <b>E. erro</b> en el segundo período de muestreo.....	100
Figura 31.	
Ciclo de vida de <b>D. mexicanus</b> en el primer período de muestreo.....	105
Figura 32.	
Ciclo de vida de <b>D. mexicanus</b> en el segundo período de muestreo.....	106

Figura 33.

Duración de los estados de desarrollo de los depredadores  
y descortezadores en el primer período de muestreo.....108

Figura 34.

Duración de los estados de desarrollo de los depredadores  
y descortezadores en el segundo período de muestreo.....109

Figura 35.

Curva de supervivencia total de los depredadores en el  
primer período de muestreo.....118

Figura 36.

Curva de supervivencia total de los depredadores en el  
segundo período de muestreo.....118

Figura 37.

Curvas de supervivencia de los depredadores en dos períodos  
de muestreo para el nivel uno de infestación.....120

Figura 38.

Curvas de supervivencia de los depredadores en dos períodos  
de muestreo para el nivel dos de infestación.....121

Figura 39.

Curvas de supervivencia de los depredadores en dos períodos  
de muestreo para el nivel tres de infestación.....122

## RESUMEN.

Por los antecedentes del impacto económico de **Dendroctonus mexicanus** y el desconocimiento de la potencialidad de sus enemigos naturales como agentes de control biológico, se presentan resultados de la relación entre dos especies de la familia Cleridae y este descortezador, con el estudio de su disposición espacial y ciclos de vida en condiciones de laboratorio y campo.

Al ajustar tablas de frecuencias a diferentes distribuciones estadísticas, se determinó que en general, las larvas del género **Enoclerus** presentaron un patrón de disposición regular.

El ciclo de vida de **Enoclerus arachnodes** Klug. y **E. erro** Wolcott fue estudiado en condiciones de laboratorio y campo en México Central. En el laboratorio, a una temperatura de 17°C, se requirieron respectivamente 214 y 179 días para cada especie para completar una generación y a una temperatura de 23°C, se requirieron 165 y 141 días para completar el ciclo. En el campo se estudiaron dos generaciones sucesivas para las mismas especies y en promedio se requirieron 112 días para la primera generación y 126 días para la segunda.

La determinación de la depredación obtenida en laboratorio permitió estimar la mortalidad en campo de descortezadores debida a estas dos especies de depredadores. Como promedio en ambas generaciones se determinó que causaron el 72.8% de la mortalidad total de descortezadores.

## 1. INTRODUCCION.

El descortezador mexicano de los pinos, **Dendroctonus mexicanus** (Hopk.), es considerado la plaga forestal más importante de la República Mexicana (SARH, 1990), por la magnitud de sus daños, variedad de hospedantes y amplia distribución en el país.

Tradicionalmente, el control de esta plaga ha sido por métodos directos, lo que afecta a muchos insectos benéficos asociados. Al descortezar, quemar o exponer al sol los fustes infestados, un alto porcentaje de enemigos naturales son destruidos, particularmente en su estado larval.

Los enemigos naturales como agentes de control biológico de los descortezadores, no se han estudiado a detalle (Pineda **et al.**, 1988); sin embargo, es conocido que los depredadores de la familia Cleridae conforman uno de los grupos más importantes, de los cuales se tienen reportes sobre su amplia capacidad depredadora, sobre todo en su estado larval.

En vista de que el control biológico en el área forestal es un campo mínimamente explorado, es importante considerar el papel benéfico que juegan estos depredadores en el control de los descortezadores, especialmente sobre **Dendroctonus mexicanus**.

Por otra parte, con base en estudios hechos en el exterior, es razonable la posibilidad de reproducir a estos enemigos naturales en laboratorio para su posterior liberación en el campo en el momento justo, para el control de los descortezadores.

(Miller **et al.**, 1987).

En México existe poca información sobre los enemigos naturales de *Dendroctonus mexicanus* (García Martínez, 1992; Cibrián Tovar 1988); por esta razón y dada su importancia económica, en el presente trabajo se estudia la relación entre dos especies de la familia Cleridae y este descortezador para cumplir los siguientes objetivos:

#### Objetivos generales.

Conocer la relación entre dos especies de la familia Cleridae y *Dendroctonus mexicanus*, dentro del componente árbol.

Comprender el potencial de estos depredadores como agentes de control biológico natural de descortezadores.

#### Objetivos específicos.

Estudiar la disposición espacial de los cléridos en los árboles.

Para cada una de las especies, estudiar el ciclo de vida en condiciones de laboratorio, así como las tasas de consumo de presas.

Estudiar el ciclo de vida en condiciones de campo para las dos especies de depredadores y estimar la mortalidad de descortezadores ocasionada por ellos mismos.

## 2. REVISION DE LITERATURA.

### 2.1. Generalidades del descortezador mexicano de los pinos

#### **Dendroctonus mexicanus** Hopk.

**Dendroctonus mexicanus** (Hopk.) es considerada la plaga forestal más importante de México (SARH, 1990) y dada su similitud con **Dendroctonus frontalis** (Zimm.), antes se les consideró como la misma especie. Sin embargo, después de los estudios de Lanier **et al.** (1988), han sido separadas con base en la vertidura del declive elitral, cápsula seminal y rangos altitudinales.

La importancia de este insecto radica en el gran número de árboles que mata cada año, por ejemplo, en los informes de SARH (1991, 1992), se establece que entre 1991 Y 1992 causó daños en 13,736 hectáreas, que corresponden a un 65 % del área total afectada por descortezadores en ese período.

Perusquia Ortiz (1982) y García Martínez y Cibrián Tovar (1988), reportan a esta plaga en casi todos los estados de la República Mexicana.

En cuanto a sus hospedantes, se mencionan a las siguientes especies: **Pinus cembroides**, **P. arizonica**, **P. ayacahuite**, **P. chihuahuana**, **P. cooperi**, **P. douglasiana**, **P. leiophylla**, **P. montezumae**, **P. pseudostrobus**, **P. patula**, **P. teocote**, **P. rudis**, **P. ponderosa**, entre otras (Wood, 1982; García Martínez y Cibrián Tovar, 1988).

Según Rodríguez Lara (1980), este descortezador vive en forma endémica en áreas boscosas de pinos y cualquier condición

que debilite a los árboles favorece un incremento de sus poblaciones a niveles en que produce daños económicos.

Al aplicar métodos directos de control sobre este descortezador se afectan a muchos de los insectos asociados, ya que el descortezado, quema o exposición al sol de los fustes infestados, destruye un alto porcentaje de individuos, particularmente en su estado larval.

Es conocido, sin embargo, que las poblaciones de descortezadores se ven afectadas por enemigos naturales y organismos asociados (Thachter **et al.**, 1980), los cuales actúan directa o indirectamente en su sobrevivencia, ya sea a través de la depredación, parasitismo, competencia o simbiosis.

En el campo del control biológico se han considerado como posibles agentes de control a los coleópteros depredadores, dado que consumen una gran cantidad de las crías de los descortezadores situados bajo la corteza de los pinos. Dichos depredadores pueden atacar a sus presas ya sea durante la colonización de los árboles hospedantes o durante los diferentes estados de desarrollo de la plaga.

Entre los coleópteros depredadores de otras especies de **Dendroctonus**, se mencionan al trogositido verde (**Temnochila virescens** F.) y al clérido de abdomen rojo (**Enoclerus sphegeus** F.), dos depredadores que según los entomólogos pueden ser importantes agentes naturales de control de los descortezadores (Struble, 1942).

## 2.2. Aspectos generales de la familia Cleridae.

La familia Cleridae comprende escarabajos de cuerpo alargado, oval u oval elongado, entre 3 y 24 mm de longitud, muy pubescentes, con pelos largos y erectos, oscuros o cenizos. La cabeza es prominente, tan ancha o más ancha que el pronoto, la cual puede estar insertada en el protórax. Antenas con ocho a diez segmentos, en forma de mazo o capitadas, raramente se extienden más allá de la base del pronoto (Arnett, 1973).

El pronoto es redondeado lateralmente, cuya base usualmente, es más angosta y ligeramente separada de la base de los élitros.

La mayoría de estos individuos son depredadores, tanto en el estado larval como adulto; sus principales presas son los descortezadores y barrenadores de la madera (Borrór **et al.**, 1976).

Stevens **et al.** (1980) mencionan que varias especies de esta familia son importantes depredadoras de descortezadores, cuyas larvas operan dentro de las galerías construidas por éstos, devorando a los estados inmaduros de dichos descortezadores, mientras que los adultos capturan a los adultos de los descortezadores en la superficie de la corteza. Los autores enlistan a **Enoclerus sphegeus**, **E. lecontei**, **Thanasimus dubius** y **T. undulatus** como las especies más importantes.

Thachter **et al.** (1980) mencionan a **Thanasimus dubius** Fab., Cleridae, como el depredador más común de **Dendroctonus frontalis** Zimm., el cual responde a atrayentes de agregación del descortezador, a raíz de que este último ha colonizado un nuevo hospedan-

te, llegando de uno a cuatro días después; mencionan aspectos de su biología, en cuyas tasas de desarrollo se manifiestan incrementos conforme aumentan las temperaturas.

### 2.3. Género **Enoclerus**.

#### 2.3.1. Generalidades.

**Enoclerus** es uno de los géneros dominantes de la familia Cleridae en el Nuevo Mundo, con un gran número de especies conocidas en toda América.

Las larvas de estos depredadores consumen larvas, pupas e imagos de los descortezadores y los adultos atacan a los adultos de los descortezadores.

#### 2.3.2. Descripción.

Para hacer la descripción del género se toman las características que utiliza Arnett (1973), en la clave para separar los géneros de la familia Cleridae.

Las antenas tienen el mazo antenal engrosado, cuyo último segmento es securiforme (largo y agudo), sinuado en la parte interior y ojos profundamente emarginados.

Cavidades de las coxas anteriores abiertas internamente y a veces también externamente. El primer segmento tarsal es pequeño, cubierto por el segundo, mientras que el tercero y cuarto segmentos son aproximadamente de igual tamaño.

El segmento apical del palpo maxilar es cilíndrico o agudo.

### 2.3.3. Situación taxonómica.

Este género, descrito en 1910, es bastante parecido al género **Caestron**, cuyas características realmente no son suficientemente distintas para separarlo fácilmente de **Enoclerus** (Barr, 1976).

Para lograr la separación entre estos géneros se debe tomar en cuenta la forma del pronoto y de los élitros.

El pronoto de **Caestron** es más ancho en el frente y la impresión transversal anterior es reducida o escasa. Los élitros son levemente expandidos apicalmente, dando una apariencia hinchada.

Con **Enoclerus** el pronoto es generalmente más ancho hacia atrás de la impresión transversal, la cual es generalmente bien desarrollada. Los élitros no son expandidos apicalmente.

Algunas de las especies del género **Enoclerus** están bien definidas dentro de él, a comparación de otras que no pueden ser confiablemente ubicadas. Se necesitan estudios detallados sobre caracteres como la forma e impresión anterior transversal del pronoto, naturaleza de los procesos medios del meso y metasterno y el tamaño de los cojinetes tarsales, para considerarlas como propias del género (Barr, 1976).

### 2.3.4. Descripción de dos especies del género.

Por ser de las especies más conocidas a nivel de descripciones, la ocurrencia de una de ellas en México y dadas sus similitudes, se presenta una descripción sobre **Enoclerus arachnodes** y **E. sphegeus**. La información es tomada de Barr (1976, 1978).

#### 2.3.4.1. **Enoclerus arachnodes** Klug.

##### **Situación taxonómica.**

Hasta 1957, esta especie fue conocida como **Clerus arachnodes** Klug. y después de esa fecha, como **Enoclerus sphegeus** var. **arachnodes**. Sin embargo, Barr (1976), después de estudiar la taxonomía del género, la reubicó como **Enoclerus arachnodes**, dejando los otros nombres como sinónimos.

Los adultos de **E. arachnodes** se pueden distinguir de los de **E. sphegeus** porque los primeros presentan élitros de color café latón con numerosas protuberancias pequeñas en forma de pústulas dispuestas irregularmente sobre la superficie. Otra característica distintiva de **E. arachnodes** es el color café rojizo de sus patas (Cibrián Tovar, 1987).

Cibrián Tovar y Cibrián Tovar (1977) hicieron un estudio de la especie identificándola como **E. sphegeus** pero posteriormente, W. F. Barr, en visita realizada a México, hizo la determinación correcta ubicándola como **E. arachnodes**.

**Descripción** (Barr, 1976; Cibrián Tovar, 1987).

Adulto.

Los adultos tienen una longitud entre 7.8 y 12 mm, con una media de 9.96 mm. Son moderadamente delgados, con el abdomen rojo brillante y el integumento de las otras partes del cuerpo negro con brillo metálico.

La pubescencia de algunas partes del cuerpo es café latón, en otras, es blanco amarillenta con matices grisáceos. En algunas partes, la pubescencia es erecta. Existen pelos cenizos sobre la cabeza, las patas y los élitros.

En la parte media de los élitros existe una banda con bordes irregulares, mientras que en la base del declive hay dos manchas pubescentes semicirculares. La pubescencia café cubre el resto de la superficie del cuerpo. La coloración de los élitros es dada por la pubescencia y no por el color del integumento.

Larva.

Las larvas son de tipo campodeiforme. En sus primeros instares son rosa o naranja translúcido; luego, pasan por una serie de cambios reconocibles; en el tercer y cuarto instar pueden ser inicialmente rosadas y al final del período cambiar a violáceo o púrpura. Estos cambios a veces se usan para estimar su edad.

En el noveno terguito abdominal, las larvas presentan un par de cercos dirigidos hacia arriba y una placa anal bien definida (Cibrián Tovar, 1987).

#### 2.3.4.2. *Enoclerus sphegeus* Fab.

**Descripción** (Reid, 1957).

Adulto (Figura 1).

El cuerpo tiene una longitud entre 8.5 y 12 mm, delgado, abdomen rojo brillante, integumento negruzco con lustre metálico y vestidura pubescente.

La pubescencia es negra o ceniza, erecta en ciertas partes. Los pelos cenizos son conspicuos en la cabeza y en las patas, formando también una banda muy notoria en la parte media de los élitros, con márgenes irregulares, ligera o moderadamente extendidos desde el margen lateral a la sutura de los élitros.

Antenas terminadas en un mazo de cuatro segmentos, protórax reducido en anchura desde la parte media hacia la parte basal.

Huevo.

Los huevos tienen entre 2 y 2.6 mm de longitud y entre 0.6 y 0.8 mm de ancho. Al principio, son de color rosa salmón pero luego aparecen porciones de color blanco, tan pronto como el embrión alcanza su madurez.

Los huevos son puestos bajo las escamas de la corteza externa de árboles infestados por descortezadores, a la entrada de sus galerías o en el aserrín en los orificios de entrada, los cuales son sujetados por un extremo a la corteza y son protegidos del sol y de los depredadores.

La eclosión de las larvas se da entre los 19 y 22 días después de la oviposición.

Larva (Figura 2).

Generalmente se presentan cuatro instares larvales, determinados por el ancho de la cápsula cefálica y por la longitud del cuerpo. Struble (1942) menciona solo tres instares larvales.

En la determinación de los cuatro instares larvales se observa que hay muy pocas características peculiares para cada instar (Reid, 1957) (Cuadro 1).

Las setas son más abundantes en el tercer y cuarto instar que en el primero y segundo. La longitud de las setas no varía considerablemente de un estadio a otro y a excepción de la cabeza sus patrones no parecen consistentes.

El estado prepupal comprende entre 10 y 12 días y el periodo pupal abarca de 15 a 20 días.

En las regiones frías con el advenimiento del otoño y el invierno, las larvas de cuarto instar usualmente emigran hacia la base del tronco o bien se dejan caer al suelo en donde invernan en el estado de larva.

Cuadro 1. Características distintivas de los instares larvales de *Enoclerus sphegeus* Fab. (Reid, 1957).

Instar	Larvas medidas	Anchura cefálica (mm)	Long. (mm)	Color
I	4	0.51-0.55	7	blanco neutral
II	10	0.56-0.66	21	blanco, tornan- do a rosa
III	12	1.00-1.40	23	rosa claro, inicialmente, a rojizo cuando crece totalmen- te.
IV	6	1.37-1.41	24	rosa inicial- mente, a purpú- reo cuando cre- ce totalmente.

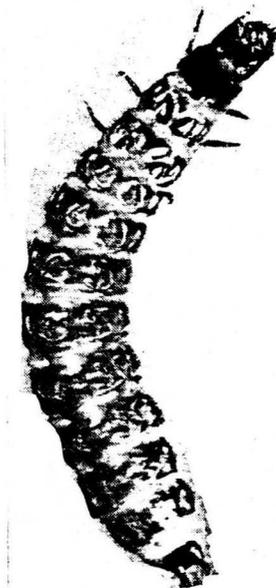


Figura 1. Adulto de *E. spehegeus*. Figura 2. Larva de *E. spehegeus*.

#### 2.3.5. Hábitos a nivel de género.

##### 2.3.5.1. Oviposición.

Durante el apareo, los machos son muy agresivos y mantienen a las hembras retenidas más de cinco minutos antes de que puedan escapar, ocurriendo la oviposición entre cuatro y cinco minutos después de la cópula (Reid, 1957).

Las hembras contraen y sacan su ovipositor frecuentemente sin poner huevos, lo que se atribuye a que posiblemente buscan un lugar adecuado para ovipositar (Reid, 1957).

En este aspecto, Berryman (1966b), menciona que la tasa de oviposición de *E. lecontei* varía considerablemente entre las hembras, pero que esta tasa es relativamente constante para cada una en particular, excepto al inicio y final de su vida. Indica

que hembras criadas en laboratorio ovipositan continuamente y que cada una puede poner hasta mil huevecillos durante su vida, siempre y cuando se les suministre suficiente alimento.

Por su parte, Reid (1957), menciona que hembras de **E. sphegeus** bajo observación en laboratorio, se mostraron renuentes a ovipositar, posiblemente por la falta de algún estímulo ambiental. Después de algunos días depositaron muy pocos huevos y en varios casos, consumieron éstos y el mayor número reportado fue de seis por cada una.

Sin embargo, Rice (1969) reporta que hembras de **E. barri** Knull vivieron entre 10 y 131 días, produciendo cada una un promedio de 389 huevecillos. La tasa promedio diaria fue de 28 huevecillos.

Berryman (1966b) determinó que la capacidad total de oviposición de las hembras está más fuertemente relacionada con el número total de descortezadores devorados que con la longevidad.

Sin embargo, la longevidad tuvo un efecto mucho más grande en el total de alimento consumido. Esto indica que las hembras con una tasa de oviposición muy baja y menor vigor, tienden a vivir más y de ahí que ovipositen por un período más largo.

Análisis de correlación mostraron que las transformaciones logarítmicas de número de descortezadores y peso suministrados, mejoraron la correlación pero no mejoraron la relación entre el número de individuos comidos y huevos puestos. La explicación de este comportamiento es que hay un límite superior que satisface

al depredador y que por sobre este nivel, un suministro adicional de alimento es ignorado y hay solamente un pequeño incremento en la tasa de oviposición (Berryman, 1966b).

#### 2.3.5.2. Hábitos de las larvas.

Las larvas a veces construyen túneles para comunicarse con la galería de su presa. Cuando las larvas maduran, muchas de ellas se desplazan hacia la parte inferior del fuste infestado y algunas se mueven a través de las galerías y otras se desplazan sobre la superficie de la corteza externa.

Según Marsden *et al.* (1981), este comportamiento es similar para *Enoclerus sphegeus*, cuyas larvas al madurar emigran hacia el cuello de la raíz de los árboles, en donde forman celdas pupales, ya sea en la corteza externa o bien entre la hojarasca y el suelo mineral.

En la parte baja del fuste las larvas construyen una cámara oval que les servirá como cámara de pupación. Los adultos permanecen dentro de las cámaras de pupación hasta 7 días antes de la emergencia.

#### 2.3.5.3. Hábitos de los adultos.

Los adultos son muy activos y se desplazan con rapidez. Cuando están en reposo, su coloración hace difícil detectarlos, ya que se confunden con el color de la corteza (Reid, 1957).

El número de adultos en árboles individuales infestados varía con la altura y el período en que se encuentren.

Berryman (1967), menciona que las densidades de estos depredadores encontradas en los árboles, oscila entre uno y seis individuos por cada 36 pulgadas cuadradas de corteza (aproximadamente 207.36 cm<sup>2</sup>).

En trozas recién cortadas se les ha visto depredando adultos de **Ips**, inclusive se les ha visto "jalando" a las presas hacia afuera de los orificios de entrada (Reid, 1957).

Estos individuos casi siempre prefieren adultos de escolítidos y rara vez se han visto atacando dípteros o himenópteros.

Furniss y Cibrián Tovar (1980), en un estudio realizado en el estado de Chihuahua, mencionan que **E. arachnodes** antes de emerger como adulto, pasa el invierno en celdas cubiertas con seda en la corteza externa a nivel del suelo.

#### 2.3.5.4. Disposición espacial.

El patrón de disposición espacial presentado por los descortezadores ha sido evaluado con frecuencia y ésto puede indicar de alguna manera, el patrón presentado por sus depredadores.

Dixon y Payne (1979), mencionan que **Thanasimus dubius** se encontró distribuido de manera similar a la de su presa **Dendroctonus frontalis**.

Moore y Thachter, citados por Stein y Coster (1977), encontraron que la abundancia de parásitos y depredadores aumentó con el incremento en altura en los árboles infestados por **Den-**

**droctonus frontalis**. Thachter sugiere que el aumento de poblaciones con un incremento en la altura se debe al adelgazamiento de la corteza en las partes superiores del fuste, lo que permite una parasitación más exitosa.

Investigaciones con otras especies de **Dendroctonus**, han demostrado que los más altos niveles de parasitismo son más comunes en las partes delgadas de las secciones superiores de los fustes de los árboles infestados.

Schmid (1970), indica que los adultos de **Enoclerus sphegeus**, fueron más abundantes en las trozas entre los cero y cinco pies de altura, aparentemente en respuesta a la actividad de los mismos descortezadores.

Este comportamiento ha sido atribuido a las sustancias atrayentes de los descortezadores a las cuales responden los cléridos de manera casi inmediata. Las especies de este género responden a los atrayentes de agregación que emanan los descortezadores y llegan entre tres y cuatro días después de iniciada la infestación (Vité y Williamson, citados por Dixon y Payne, 1979).

Pitman y Vité, citados por Borden (1974), encontraron poca respuesta de **Enoclerus lecontei** a las feromonas de agregación frontalina y exobrevicomina, a pesar de la coincidencia en el arribo con su presa **Dendroctonus brevicomis**, en un árbol bajo ataque masivo.

**Enoclerus sphegeus** es atraído por la sustancia transverbenol, feromona producida por **D. frontalis** mientras que **Thanasimus**

**dubius** F., otro clérido, es atraído principalmente por la frontalina, la cual es otro elemento que integra la mezcla de feromonas producidas por el mismo descortezador ( Furniss, 1972).

Un aspecto importante de mencionar es el resultado del estudio de Billings y Cameron (1984), en el cual demostraron que las feromonas de **D. frontalis** (frontalina y transverbenol), junto con las sustancias volátiles de los árboles, fueron más atractivas para el clérido **Thanasimus dubius**, en comparación con las sustancias atrayentes de **Ips** (ipsenol, ipsdienol y cisverbenol), las cuales por el contrario, fueron más atractivas para otro depredador importante como es **Temnochila virescens** F.

#### 2.3.6. Importancia del género en el control biológico.

Se han analizado las posibilidades de control biológico de los descortezadores mediante la cría artificial de depredadores para su liberación en el campo.

Estas posibilidades están restringidas por dos aspectos:

El primero considera la cría a partir del estado de huevecillo, de adultos saludables en un número suficiente y el segundo contempla si estos adultos pueden ser criados a costos adecuados, con el posible beneficio de controlar a los descortezadores.

Por otra parte, una de las dificultades en estudiar las interacciones depredador-presa es la identificación de la mortalidad causada por los depredadores. Ellos usualmente devoran más de una clase de presa y a menos de que dejen un signo visible de su alimentación es imposible determinar su efecto directamente.

En vista de la importancia de esta relación biológica, algunas formas para estimar la depredación son las siguientes:

- 1) Eliminar depredadores de algunos árboles por medio de trampas, comparando las poblaciones de insectos con árboles que no tienen las trampas.
- 2) Comparar por medio de muestras de campo la mortalidad, relacionándola con la actividad de los depredadores, por medio de un modelo de regresión.
- 3) Estudiar la relación depredador-presa bajo condiciones controladas (Miller *et al.*, 1987).

En varios intentos por demostrar la potencialidad de los depredadores de la familia Cleridae y haciendo uso de las consideraciones anteriores, algunos autores mencionan datos y aspectos relevantes de la capacidad depredadora de ellos, sustentado con trabajos realizados en el campo y en el laboratorio.

Berryman (1967), indica que la depredación es dependiente de la densidad de los depredadores y que el tiempo de vida del depredador y de la presa transcurren juntos. En cambio, cuando la densidad de la presa es alta, saturando el ambiente del depredador con alimento, parece ser que esto último tiene poco efecto en la tasa de depredación.

Berryman (1966a), analiza el uso potencial de **Enoclerus lecontei** en el control biológico de los descortezadores y concluye que el estado de huevecillo ofrece ciertas ventajas para ser liberado en el campo. Esta ventaja radica en lo barato que

resulta producir los huevos en el laboratorio, comparado con el costo de criar a los depredadores hasta el estado adulto.

Berryman (1966a), al estudiar en laboratorio el comportamiento de **E. lecontei**, encontró que larvas criadas individualmente en contenedores pequeños devoraron un promedio de 8.5 larvas de descortezadores durante un promedio de 43.1 días y que los adultos consumieron 0.63-1.62 descortezadores por día (Cuadro 2).

Los resultados de este mismo estudio indican que cada estadio larval requiere al menos una larva de la presa y que más de una puede ser consumida cuando hay disponibilidad de ellas.

Cuadro 2. Duración y capacidad de consumo de los estados de desarrollo de **Enoclerus lecontei** Wolcott (Berryman, 1966a).

Fase	Duración en días		N° de presas consumidas		N° de huevos puestos	
	media	rango	media	rango	media	rango
Huevo	7.93	07-08	-	-	-	-
Larva I	12.10	08-15	2.33	01-03	-	-
Larva II	6.70	05-08	2.30	01-05	-	-
Larva III	23.86	19-35	3.65	01-07	-	-
Larva IV	7.10	04-11	3.65	01-07	-	-
Prepupal	15.43	14-21	-	-	-	-
Pupa	10.61	09-11	-	-	-	-
Adulto	70.25	36-114	92.81	44-158	515.25	100-1000

Barbosa y Wagner (1989), mencionan a **Thanasimus** y **Enoclerus** como los géneros más importantes de los cléridos y hacen referencia a **Enoclerus sphegeus** como depredador de **Dendroctonus ponderosae**. Según estos autores, un adulto de **E. sphegeus** consume 0.68-1.31 descortezadores por día, mientras que una larva, puede consumir hasta 25 larvas o pupas del descortezador durante ese estado de desarrollo. En términos generales, refieren que un clérido adulto puede vivir de 36 a 114 días y puede consumir de 44 a 158 descortezadores adultos durante ese período.

Schmid (1970) observó, para **Enoclerus sphegeus**, el comportamiento en su estado adulto y larval y determinó que las larvas matan del 5 al 11% de las crías de los descortezadores, mientras que los adultos consumen aproximadamente 1% de la población de descortezadores adultos.

Reid (1957), al estudiar el consumo de alimento de **E. sphegeus**, determinó que adultos de esta especie mataron como promedio 0.81-1 adulto de descortezador por día, pero ocasionalmente comieron a dos descortezadores cuando en el día anterior no se les suministró alimento. Los adultos sobrevivieron hasta 6 meses cuando se les suplió de alimento, pero murieron entre cuatro y cinco días después de que no se les suministró.

Por otra parte, menciona que una sola larva puede consumir hasta 40 larvas del descortezador **Ips**. Estas larvas de cléridos muestran también cierto grado de canibalismo entre ellas cuando se encuentran muy aglomeradas.

Cibrián Tovar y Cibrián Tovar (1977), estudiaron la biología de **Enoclerus arachnodes** en condiciones de laboratorio, utilizando para ello larvas, pupas y adultos de los descortezadores **Ips bonanseai** y **Dendroctonus adjunctus** como alimento. Determinaron la longitud del estadio larval en 172.4 días y una media de consumo de 45.84 larvas de descortezadores durante ese periodo.

Rice (1969), menciona que las larvas de primer instar de **E. barri** Knoll, no comen tan pronto eclosionan, sino hasta dos o tres días después, comparado con las de segundo y tercer instar que empiezan a consumir mucho alimento en cuanto se endurece su cápsula cefálica, luego de cambiar de instar.

Otros resultados indican que la tasa de depredación en el campo es similar o es comparable a la obtenida en el laboratorio, tomando en cuenta que la tasa de depredación puede variar entre árboles, pero estas diferencias pueden ser explicadas por la interacción de otros factores de mortalidad.

#### 2.3.7. Métodos de cría en laboratorio.

De manera generalizada, el método que han utilizado los investigadores para la propagación de especies del género, es el propuesto por Berryman (1966a).

Los huevos son obtenidos de trozas infestadas en el campo o bien por colecta de hembras en el campo. En vista de que la colecta de huevecillos en el campo no es fácil, lo más factible es la captura de adultos vivos.

Los adultos se colocan en recipientes con piezas de papel sanitario enrolladas en forma de espiral, o bien entre trozos de corteza que servirán como sustrato para la oviposición y se les alimenta a base de descortezadores adultos, en espera del apareamiento y oviposición por parte de las hembras.

Los huevecillos son separados inmediatamente de los adultos para evitar que sean consumidos por estos últimos; se colocan en sustratos adecuados hasta que eclosionen las larvas, las cuales deben separarse individualmente, ya que exhiben un alto grado de canibalismo. Luego de separar las larvas, se ponen en recipientes con espirales de papel o bien aserrín que les sirva de nicho para esconderse. Posteriormente, se les empieza a suministrar alimento hasta que completan su desarrollo.

Reid (1957) menciona que la abundancia de **Enoclerus sphegeus** y la facilidad con la cual puede ser manipulada, simplifican las observaciones de campo y laboratorio; sin embargo, el uso de hospedantes sustitutos no es conveniente para su cría, ya que continuos experimentos han resultado en un fracaso.

La respuesta de **Enoclerus sphegeus** a la propagación en laboratorio, no fue muy buena para garantizar experimentos continuos en su propagación; por ejemplo, de 537 larvas que eclosionaron, solamente 174 o sea el 32 %, alcanzaron el estado adulto; muchos de estos adultos estaban deformados y de un tamaño menor al normal, probablemente porque este insecto es incapaz de adaptarse a un ambiente artificial (Struble, 1942).

Por otro lado, **Temnochila virescens** fue mucho más eficiente a la cría en laboratorio, desarrollándose en adultos saludables. Ochenta por ciento de una cantidad original de larvas llegaron al estado adulto y todos estuvieron muy bien formados.

El uso de un hospedante conveniente que pueda ser mantenido en grandes cantidades y bajo costo, es deseable para la producción numerosa de los depredadores en el laboratorio.

El uso de presas naturales a base de escolítidos favorece el aumento de poblaciones de depredadores al ser criados en laboratorio. **Dendroctonus monticolae** ha sido fácil de mantener como fuente de alimento en trozas verdes (Struble, 1942).

Sin embargo, el costo de criar a los depredadores con hospedantes nativos como alimento, es muy alto para propósitos prácticos, además, el establecimiento de trozas para mantener al hospedante es complicado y se desperdicia mucha madera verde.

Los beneficios derivados de la cría en grandes cantidades de los depredadores son muy inciertos para justificar altos costos de crianza, lo cual debe ser considerado (Struble, 1942).

#### 2.3.8. Distribución del género en la República Mexicana.

Entre las especies que se han colectado en la República Mexicana se tiene a **Enoclerus arachnodes** Klug., en las entidades de Coahuila, Colima, Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Puebla y Tlaxcala (Figura 3).

Otras especies colectadas son **E. erro** en Jalisco, Michoacán y Tlaxcala; **E. ablusus** en Jalisco y Michoacán y **E. aetrips** en Tlaxcala. (Información tomada de la colección del Laboratorio de Entomología y Patología Forestal de la DICIFO y Cibrián Tovar, 1988).

En la misma colección se encuentran especies de **Enoclerus** no determinadas de los estados de Durango, Baja California, Jalisco, México, Chiapas, Tlaxcala y Michoacán.

Perusquía Ortiz (1982), reporta también la presencia del género en el estado de Querétaro.

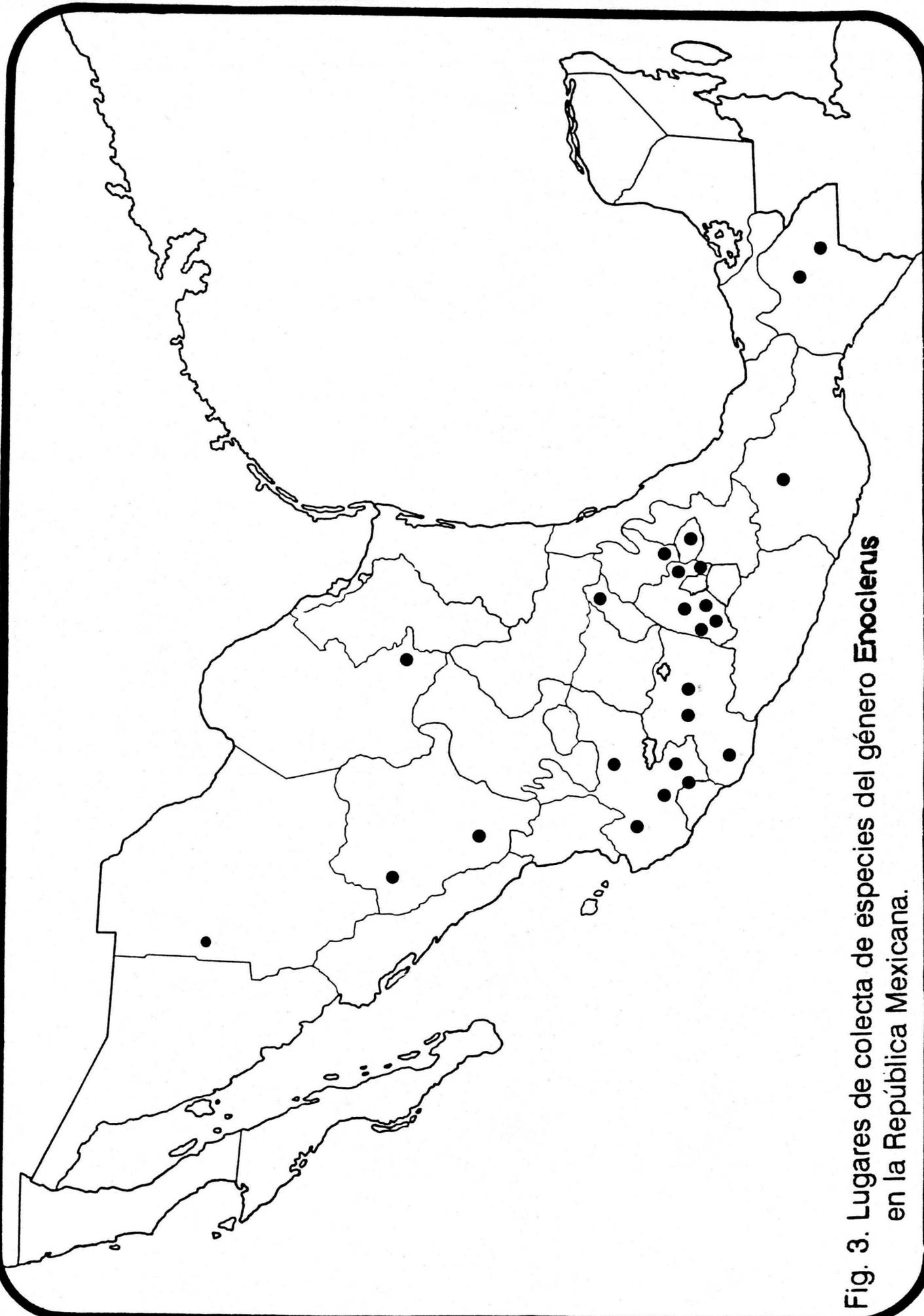


Fig. 3. Lugares de colecta de especies del género *Enoclenus* en la República Mexicana.

### 3. METODOLOGIA.

El presente capítulo describe la forma y actividades realizadas para los trabajos de laboratorio y campo y está dividido en tres secciones principales.

La parte inicial corresponde al estudio del patrón de disposición espacial de la población de larvas de **Enoclerus spp.**, en el interior de árboles infestados por **Dendroctonus mexicanus**.

Los depredadores del género **Enoclerus** se tomaron como un solo grupo, con las especies mezcladas, por el hecho de que al momento de hacer esta parte del trabajo, no se tenían los elementos para separarlas, además de que se encontraron solamente estados inmaduros de los insectos.

Como una segunda sección se describe la forma como se realizó la cría de dos especies de depredadores de **Enoclerus** en laboratorio, para estudiar su ciclo de vida bajo condiciones controladas y temperaturas distintas.

En la tercera sección se relatan las actividades correspondientes a la toma de muestras y análisis de éstas para el estudio del ciclo de vida de los mismos depredadores en el campo.

Las actividades correspondientes al estudio de ciclo de vida en el laboratorio y en el campo se realizaron en forma simultánea, mientras que las del estudio de disposición espacial se realizaron con mucha anticipación a las otras.

### 3.1. Disposición espacial de larvas de **Enoclerus** y descortezadores.

#### 3.1.1. Selección de árboles.

En el mes de junio de 1991, en la comunidad de Los Angeles, a la altura del km. 53 de la Carretera Federal México-Cuautla, se seleccionaron siete árboles de **Pinus leiophylla** atacados por **Dendroctonus mexicanus** (Hopk.). Esos árboles fueron cortados con objetivos de saneamiento, de los cuales se obtuvieron trozas de 30 cm de alto, en cada metro de infestación (Cuadro 3).

Los árboles tenían diferentes grados de avance de la plaga, lo cual fue determinado por el color de su follaje al momento de cortarlos, ya que se encontraron árboles con follaje verde, otros con follaje amarillo y otros con follaje rojo.

Cuadro 3. Características de los árboles usados para estudiar la disposición espacial de cléridos y descortezadores.

ARBOL	ALT TOT (m)	ALT INF (m)	D.N. (cm)	FOLLAJE
1	18	12	35	VERDE
2	20	13	45	ROJO
3	19	13	40	AMARILLO
4	18	12	28	VERDE
5	21	15	40	VERDE
6	15	9	17	AMARILLO
7	20	13	25	AMARILLO

ALT TOT= Altura total  
ALT INF= Altura de infestación  
D.N.= Diámetro normal

### 3.1.2. Tamaño y toma de muestras y registro de datos.

Según la altura de infestación de cada árbol, se establecieron tres niveles: uno superior, uno intermedio y uno inferior, considerados en forma separada al realizar el recuento y análisis de muestras (Cuadro 4).

Cuadro 4. Número de muestras por niveles y tamaños para el estudio de disposición espacial de descortezadores y depredadores.

ARBOL/NIVELES		TAMAÑO DE MUESTRAS (cm <sup>2</sup> )			
		78	100	222	400
1	N1	12	12	12	12
	N2	10	10	10	10
	N3	8	8	8	8
2	N1	16	16	16	16
	N2	10	10	10	10
	N3	10	10	10	10
3	N1	16	16	16	16
	N2	10	10	10	10
	N3	10	10	10	10
4	N1	12	12	12	12
	N2	10	10	10	10
	N3	8	8	8	8
5	N1	19	19	19	19
	N2	11	11	11	11
	N3	10	10	10	10
6	N1	6	6	6	6
	N2	6	6	6	6
	N3	6	6	6	6
7	N1	16	16	16	16
	N2	10	10	10	10
	N3	10	10	10	10
TOT	N1	97	97	97	97
	N2	67	67	67	67
	N3	62	62	62	62
TOTAL		226	226	226	226

N1= nivel 1 N2= nivel 2 N3= nivel 3 TO= total de árboles

De cada troza de 30 cm, se obtuvieron muestras de corteza de 400 cm<sup>2</sup>, las cuales a su vez, comprendieron tres muestras de menor tamaño que midieron respectivamente 222, 100 y 78 cm<sup>2</sup> (Fig. 4).

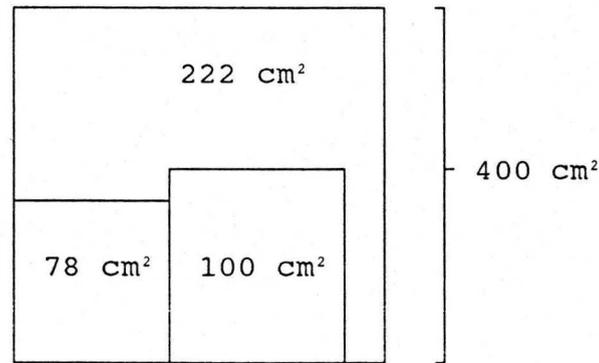


Figura 4. Forma y tamaño de muestras para el estudio de disposición espacial de descortezadores y depredadores.

Estos tamaños de unidades de muestreo se escogieron con base en experiencias previas de García Martínez (1992) y Cibrián Tovar (1987). Los diferentes tamaños de muestra sirvieron para analizar la disposición espacial de los depredadores bajo el principio de la variación de las poblaciones, por el continuo desplazamiento que éstas experimentan. Para muestras con poblaciones no fijas no se puede establecer un tamaño estándar de muestra, a menos que se fijen las poblaciones a base de mapas.

### 3.1.3. Relaciones entre *Dendroctonus mexicanus* y sus depredadores del género *Enoclerus*.

En cada muestra se contabilizaron los ataques del descortezador, representados por los grumos de resina, así como los individuos del descortezador y depredadores de la familia Cleri-

dae que se encontraron; para ambos sólo se encontraron larvas y pupas, pues la corta coincidió con esos estados de desarrollo.

También se contabilizaron los nichos de oviposición y la longitud de las galerías de los descortezadores, con el objeto de encontrar la relación entre estas variables y la población de los descortezadores y depredadores.

Las relaciones que se pretendieron establecer fueron: nichos de oviposición en función de la longitud de galerías, presencia de descortezadores en función de los nichos de oviposición, presencia de cléridos en función de los descortezadores, presencia de cléridos en función de los ataques y presencia de cléridos en función de la longitud de galerías.

Estas relaciones se analizaron con el procedimiento GLM de SAS, solicitando principalmente los coeficientes de correlación.

#### 3.1.4. Distribuciones estadísticas que representan la disposición espacial de larvas de **Enoclerus** y descortezadores.

Para determinar el patrón de disposición espacial de insectos descortezadores representados por grumos de resina y de las larvas de depredadores, se elaboraron tablas de frecuencias por cada tamaño de unidad de muestreo para ser ajustadas a las distribuciones binomial positiva, binomial negativa y Poisson y a los índices de agregación varianza/media y de Morisita.

Según Elliot (1977), la distribución binomial positiva es el modelo matemático que mejor describe una disposición regular;

la distribución de Poisson explica un arreglo al azar, mientras que la binomial negativa describe un arreglo de contagio.

Para realizar este ajuste se utilizó el programa TOPFIT, (Reyna Robles, 1969), que analiza mediante dos pruebas de  $X^2$  (estándar y alternativa) el ajuste de las distribuciones teóricas a datos observados. También calcula los índices de agregación más comúnmente usados.

Las pruebas estándar y alternativa toman el número de clases para hacer el cálculo de los grados de libertad. La prueba estándar necesita de mayor número de grados de libertad para hacer los ajustes, mientras que la alternativa tiene la ventaja de poderlo hacer con menor número de éstos y en el caso de ajuste de tablas de frecuencias con pocas clases, esta última resulta más eficiente.

### 3.2. Ciclo de vida de dos especies de **Enoclerus** en condiciones de laboratorio.

#### 3.2.1. Captura e identificación de especies.

Durante los meses de mayo y junio de 1992, se inspeccionaron árboles recién infestados por **Dendroctonus mexicanus**, donde se capturaron adultos vivos de depredadores del género **Enoclerus**.

Estos adultos correspondían a las especies **Enoclerus arachnodes** Klug. y **Enoclerus erro** Wolcott. Las poblaciones de machos y hembras se encontraron en el periodo de cópula.

3.2.2. Cría de las especies en el laboratorio, a dos temperaturas diferentes.

Los individuos se separaron, por especies, en cajas, colocándoles rollitos de papel sanitario en forma de espiral. Se les suministró suficiente alimento a base de adultos de **Dendroctonus mexicanus**, en espera de que se aparearan y ovipositaran.

Posteriormente, se estuvieron revisando los rollos de papel que se les habían puesto y de ahí se obtuvieron huevecillos de cada una de las especies, los cuales fueron puestos en masas por las hembras durante varios días.

Los huevecillos se pusieron en cajas Petri con la suficiente humedad para que no se desecaran.

La cría de cléridos se hizo a dos temperaturas, la primera entre 23 y 25°C y la segunda entre 15 y 17°C. Hubo variación en este factor, ya que hubo fallas en la termorregulación de las cámaras de cría.

Al eclosionar las larvas, se separaron cincuenta individuos de cada especie y se colocaron individualmente en pequeños recipientes plásticos, con rollitos de papel sanitario que les sirvieran de sustrato. El procedimiento general para el establecimiento de esta cría corresponde al indicado por Berryman (1966a).

Inmediatamente se les empezó a suministrar a las larvas alimento a base de huevecillos y larvas de primer instar del descortezador; luego, conforme fueron creciendo y desarrollándose, se les alimentó a base de larvas, pupas y hasta imagos.

Se llevó un registro de los cambios experimentados por las larvas, midiendo el ancho de sus cápsulas cefálicas, longitud del cuerpo, cambios de coloración, duración en días de cada estadio y el consumo de alimento requerido para cada uno de esos cambios.

El registro se llevó desde el estado de huevecillo hasta que los individuos llegaron al estado adulto, con la descripción de los caracteres relevantes de cada especie.

De principio existieron dificultades con la cría de **E. erro**, ya que aunque se les suministró el alimento a las larvas de primer instar, éstas no rebasaron ese estadio y murieron. Cuando se colocaron otras larvas en recipientes más pequeños, éstas sí lograron pasar al segundo instar y posteriores estados de desarrollo.

### 3.2.3. Determinación de tasas de oviposición.

Con hembras capturadas en el campo, que se encontraron adyacentes a grumos de resina de ataques recientes del descortezador, que por lo tanto, permitieron asumir que estaban recién llegadas al árbol, se hicieron registros de su oviposición durante siete días de observación no continuos, en el laboratorio. Se utilizaron ocho hembras por cada especie.

### 3.2.4. Determinación de ciclos de vida y tasas de consumo.

Con los registros de los días y del número de presas consumidas, como una primera aproximación, se determinó la duración del ciclo de vida de estas especies y la cantidad de alimento que necesitan para completar su desarrollo.

### 3.2.5. Análisis del desarrollo y consumo y comparación entre temperaturas y especies.

Bajo la hipótesis nula de igualdad, contra la alternativa de no igualdad, a través de comparaciones de medias se determinaron las diferencias del tiempo de desarrollo de los estados inmaduros entre las dos temperaturas probadas, así como las diferencias del tiempo de desarrollo y el consumo entre las dos especies.

### 3.3. Ciclo de vida en el campo.

#### 3.3.1. Ubicación del área de estudio.

A fines del mes de marzo de 1992, se localizó un bosque de **Pinus leiophylla**, con infestaciones recientes de **Dendroctonus mexicanus**, en el predio "Papalotepec", municipio de Tlalmanalco, Estado de México, a la altura del kilómetro 53 de la carretera federal México-Cuautla, en los 19°18' norte y los 98°48' oeste.

Cercano a este sitio, se cortaron los árboles que se utilizaron para el estudio de disposición espacial, correspondiendo el mismo tipo de caracteres fisiográficos y climáticos para ambos lugares (Figura 5).

La altura promedio es de 2500 msnm y la vegetación predominante es la asociación pino-encino, destacando las especies **Pinus leiophylla** y **Quercus**, aunque también se encuentran especies dispersas de **Pinus ayacahuite** y **Cupressus**.

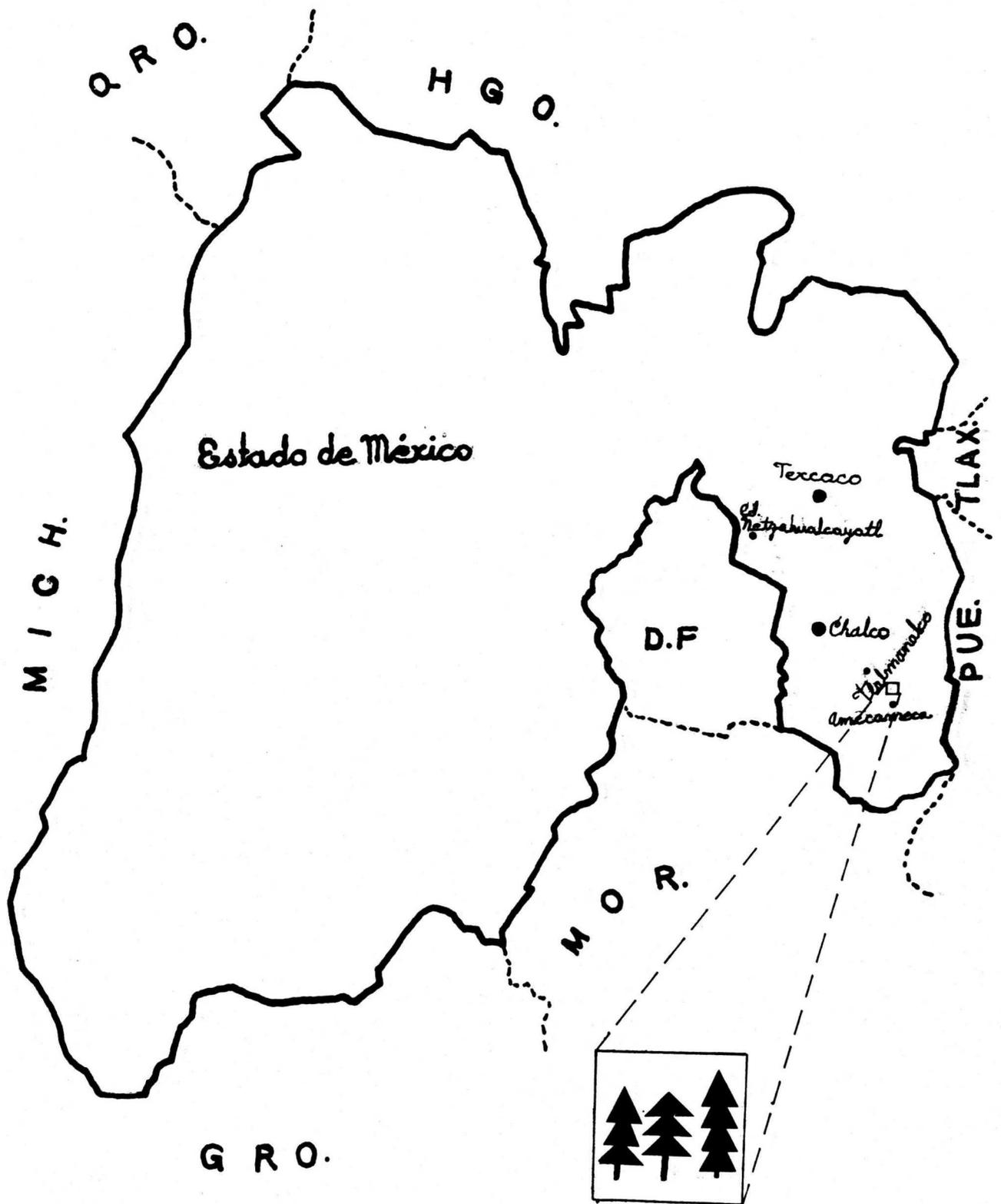


Figura 5. Ubicación del lugar para el estudio del ciclo de vida en el campo de descortezadores y depredadores.

El clima corresponde al subgrupo de climas templados subhúmedos (García, 1973; INEGI, 1987), con lluvias en verano y un porcentaje de lluvias invernales menores de 5%.

La precipitación y temperatura medias anuales son 960.7 mm y entre 12 y 14°C respectivamente. La mayor incidencia de lluvias se da en julio con un promedio de 257.6 mm.

El lugar presenta un alto grado de perturbación, ya que alrededor hay terrenos preparados para cultivos agrícolas, se practica el pastoreo, se utiliza para la recreación y además es lugar de tránsito para muchas personas que recolectan hongos y que viven en las cercanías.

### 3.3.2. Selección y marcado de árboles.

Atribuido a la perturbación, en el lugar se encontraron árboles atacados por el descortezador de los pinos **Dendroctonus mexicanus**, estimándose que la infestación empezó en el mes de diciembre 1991, ya que al ubicar el lugar, en marzo de 1992, ya habían 63 árboles afectados, entre completamente muertos, moribundos y recién infestados; ésto fue determinado porque habían árboles con follaje rojo, amarillo y verde.

De los árboles con follaje verde, se seleccionaron quince de ellos en tres categorías diamétricas de 20, 30 y 40 cm, a los que se les tomó la altura total, altura de infestación y diámetro normal.

Se seleccionaron solamente árboles verdes, asumiendo que la infestación en éstos era muy reciente. De esta manera se

pretendió estudiar el ciclo de la plaga y de los depredadores en forma sincronizada, desde su inicio.

Los fustes de doce de estos árboles fueron desramados hasta la altura de infestación y esta altura fue dividida en tres niveles, uno superior, uno medio y uno inferior, los cuales fueron marcados con pintura blanca (Figura 6).

Cada nivel se dividió en secciones de 15 cm de longitud (sin marcarlas en el árbol), de modo que según la altura de infestación, así fue la altura de cada nivel y así mismo el número de secciones en cada uno de éstos (Cuadro 5).

También se señalaron las cuatro orientaciones cardinales en cada árbol, obteniéndose así diferentes secciones con diferentes exposiciones, en cada uno de los niveles de los árboles.

Este procedimiento se hizo con el fin de tener diferentes puntos de muestreo, que se pudieran aleatorizar en cada nivel.

La selección de puntos de muestreo se realizó estrictamente al azar en cada uno de los niveles de los árboles, lo cual se hizo semanalmente.

### 3.3.3. Periodos de muestreo.

El muestreo de los primeros doce árboles se inició el día 10 de abril de 1992 y semanalmente, cada día viernes, continuó hasta el día 24 de julio, ya que posteriormente la mayoría de los árboles fueron cortados.

Cuadro 5. Características de los árboles seleccionados para el estudio del ciclo de vida en el campo de descortezadores y depredadores.

ARBOL	D.N. (cm)	ALT TOT (m)	ALT INF (m)	ALT C NI (cm)	N° SECS.
02	38.0	18.5	10.3	3.4	23
03	38.0	19.0	12.0	4.0	27
04	38.0	18.0	11.4	3.8	25
05	34.0	17.5	12.0	4.0	27
07	43.0	21.0	13.5	4.5	30
09	28.5	16.5	10.0	3.3	22
10	34.5	15.0	8.2	2.7	18
11	28.0	17.0	10.2	3.4	23
12	23.5	16.0	10.0	3.3	22
13	24.0	16.0	10.0	3.3	22
14	24.0	12.0	8.0	2.7	18
15	23.0	8.0	4.5	1.5	10
06	29.0	8.0	18.0	2.6	19 1/
07	33.0	10.5	17.0	3.5	23 1/
08	39.0	10.5	19.0	3.5	23 1/
09	27.0	9.8	15.0	3.2	21 1/
10	25.0	8.0	17.0	2.6	18 1/
11	37.0	12.0	19.0	4.0	27 1/

D.N. = Diámetro normal

ALT TOT = Altura total

ALT INF = Altura de infestación

ALT C NI = Altura de cada nivel

N° SECS.= Número de secciones en cada nivel

1/ Árboles seleccionados para seguir una segunda generación, después de la corta de los árboles iniciales.

De los doce árboles seleccionados inicialmente, uno de ellos fue cortado clandestinamente. Esta situación se resolvió con la sustitución del árbol removido por otro individuo que tuvo una condición de infestación similar; después de ello se continuó con la toma de muestras hasta finales de julio.

Con base en un permiso que obtuvo el dueño del predio, se cortó otro árbol y luego, dada la misma autorización, se realizó la corta de once árboles más, lo que afectó el estudio de manera ligera, ya que afortunadamente, en casi todos los árboles ya habían empezado a surgir los cléridos adultos, en otros ya habían pupas y en muy pocos todavía habían larvas. La población de descortezadores había emigrado completamente.

Para seguir una segunda generación de descortezadores y sus depredadores se seleccionaron otros seis árboles con ataque reciente, los cuales se empezaron a muestrear el día 14 de agosto, concluyendo el día 11 de diciembre de 1992.

#### 3.3.4. Toma de muestras.

En cada punto de muestreo correspondiente a cada semana, se obtuvo una muestra de corteza de 100 centímetros cuadrados, la que se extrajo con un taladro inalámbrico, un formón y un mazo.

Para alcanzar los niveles superiores de los árboles, se utilizaron baunvelos para escalar árboles (Figura 7).

Cada una de las muestras de corteza fue colocada en una bolsa individual, etiquetándola con la identificación del punto al que correspondía y poniéndole la fecha de colecta.

Las muestras se mantuvieron en refrigeración hasta el momento en que pudieron ser revisadas y analizadas en el laboratorio.

### 3.3.5. Análisis y registro de muestras.

Para analizar las muestras se procedió a revisarlas y seleccionarlas con la ayuda de un microscopio estereoscópico y una navaja, de modo que todo posible individuo fuera detectado y contabilizado.

El material encontrado se preservó en frascos con alcohol.

De cada muestra se registró el número de ataques, longitud de galerías, número de nichos de oviposición y el número de individuos encontrados en todos sus estadios, con más énfasis en los descortezadores y en los depredadores de la familia Cleridae.

### 3.3.6. Determinación de especies.

Para la determinación de las especies de la familia Cleridae que se encontraron en el campo, se procedió a realizar una comparación con especies correctamente identificadas, que se encuentran en la colección del laboratorio de Entomología y Patología Forestal de la DICIFO y con la revisión de las descripciones hechas por Barr (1976).

### 3.3.7. Determinación del ciclo de vida en el campo.

Con los datos de los individuos encontrados cada semana, se determinó el ciclo de vida aproximado para dos especies del género **Enoclerus** y para el descortezador **Dendroctonus mexicanus** durante los dos periodos de muestreo.

### 3.3.8. Determinación de mortalidad de descortezadores causada por los depredadores.

Se utilizó como punto de partida la mortalidad total de descortezadores, basada en la diferencia entre los nichos de oviposición y la población de nuevos adultos vivos encontrados, más los orificios de emergencia de éstos, considerando a estos últimos como población sobreviviente de descortezadores que salió a atacar nuevos árboles.

Por otra parte, se tomó en cuenta la tasa de consumo de los depredadores obtenida en el laboratorio a la temperatura de 15-17°C, por ser la temperatura más aproximada a las condiciones de campo; se hizo una extrapolación de estos datos hacia el número e instar de larvas, pupas y adultos de éstos encontrados en el campo y se estimó la mortalidad de descortezadores en campo, causada por los depredadores en estudio.

### 3.3.9. Comparación de niveles de infestación.

Con el número promedio de individuos de cada especie en cada uno de los niveles de infestación, se hicieron comparaciones de medias a través de un análisis de varianza y la prueba de Tukey, para determinar si había o no diferencias de poblaciones entre las secciones de la longitud infestada.



Figura 6. Árboles seleccionados para la toma de muestras en campo.

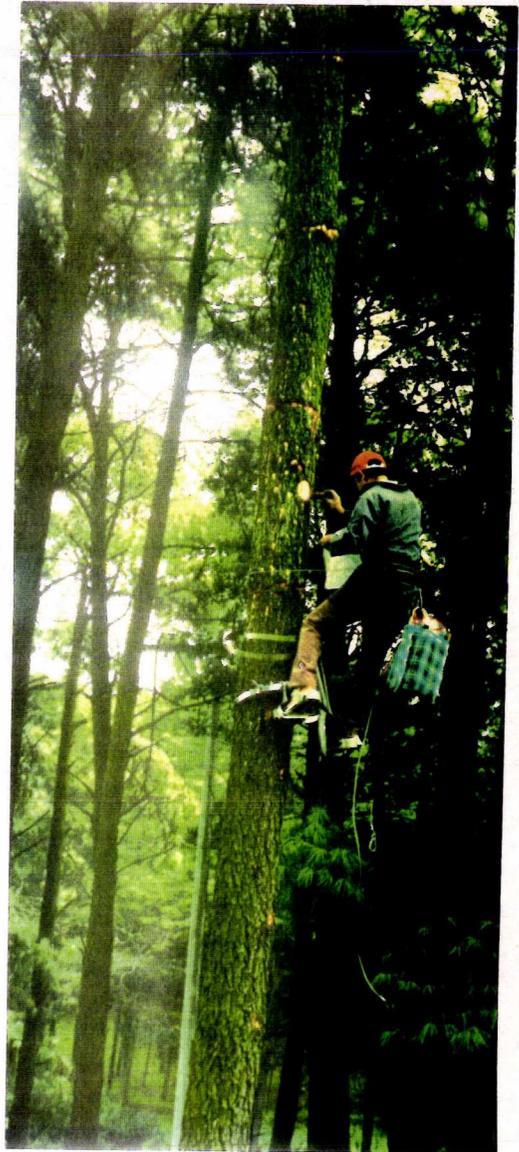


Figura 7. Baunvelos para escalar árboles.

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

#### 4. RESULTADOS.

##### 4.1. Disposición espacial de larvas de **Enoclerus** y ataques de descortezadores.

##### 4.1.1. Relación entre **D. mexicanus** y sus depredadores del género **Enoclerus**.

Mediante los análisis de correlación lineal simple que se realizaron entre las variables longitud de galerías, nichos de oviposición, ataques de descortezadores, individuos de descortezadores y larvas de cléridos, se determinó que, en general, existe un bajo índice de correlación entre ellas, a excepción de las relaciones entre longitud de galerías y nichos de oviposición, población de descortezadores y nichos de oviposición y, en menor proporción, entre larvas de depredadores y población de descortezadores, ya que esta última mostró fuertes variaciones.

A continuación, se describen con más detalle estos casos.

Para la relación entre longitud de galerías y nichos de oviposición hubo un alto ajuste, ya que el índice de correlación encontrado fue de 0.87 para la totalidad de los árboles y entre árboles individuales, los valores oscilaron entre 0.56 y 0.90 (Cuadro 6).

El modelo general que representa esta correlación es:

$$Y = -5.79 + 1.008 X$$

Y representa los nichos de oviposición de los descortezadores.

X representa la longitud de las galerías de los descortezadores.

El alto ajuste entre estas variables puede estar atribuido a que las hembras conforme van excavando sus galerías, van colocando los huevecillos a cada uno de los lados de las paredes de éstas, por tanto, la correlación es obvia.

Cuadro 6. Indices de correlación encontrados en la comparación de las variables longitud de galerías y nichos de oviposición de descortezadores.

R <sup>2</sup> ENTRE VARIABLES RELACIONADAS					
ARBOL	NIC=GAL	DES=NIC	DEP=DES	DEP=GAL	DEP=ATA
1	0.62	0.52	0.003	0.06	0.042
2	0.88	0.60	0.16	0.19	0.09
3	0.56	0.59	0.22	0.25	0.20
4	0.83	0.47	0.07	0.11	0.06
5	0.86	0.68	0.023	0.006	0.13
6	0.84	0.41	0.42	0.001	0.078
7	0.90	0.56	0.23	0.41	0.22
TOTAL	0.87	0.55	0.028	0.040	0.077

NIC=GAL Relación entre el número de nichos de oviposición en función de la longitud de galerías del descortezador

DES=NIC Relación entre el número de individuos de descortezadores en función de sus nichos de oviposición

DEP=DES Relación entre el número de larvas de depredadores en función del número de descortezadores

DEP=GAL Relación entre el número de larvas de depredadores en función de la longitud de galerías del descortezador

DEP=ATA Relación entre el número de larvas de depredadores en función del número de ataques del descortezador

Una relación similar se encontró entre estas mismas variables con datos recopilados en el estudio de ciclo de vida en el campo, dando un índice de correlación de 0.88 en un primer periodo de muestreo y 0.79 para un segundo periodo.

Esta misma relación fue estudiada por García Martínez (1992), para *D. mexicanus* y encontró un índice de correlación de 0.727, mientras que Cibrián Tovar (1987), la estudió para *D. adjunctus* y encontró un índice de correlación de 0.786, determinándose en ambos casos, que hay correlación positiva entre esas variables.

La alta correlación de estas variables permitiría, a través del modelo que las representa, predecir la población potencial de descortezadores (representada por los nichos de oviposición), con solo tomar en cuenta la longitud de las galerías en un momento inicial de la infestación, o bien calcular otras variables, como por ejemplo, la mortalidad de la población hasta un tiempo determinado, por la diferencia entre los nichos de oviposición estimados y la población actual existente.

Por otra parte, se trataba de buscar alguna relación numérica positiva entre los depredadores (larvas de cléridos encontradas) y los eventos asociados con el descortezador, pero esta relación resultó con índices de correlación más bajos.

Como se puede ver en el Cuadro 6, la relación que se pretendió encontrar entre las otras variables, arrojó índices a veces insignificantes, por lo cual no se puede decir que hay una relación positiva entre ellas.

En la relación población de descortezadores y nichos de oviposición, hubo un menor ajuste, con un índice de correlación total de 0.55, variando de 0.41 a 0.68 entre árboles; sin embargo, puede decirse que no son tan bajos.

Estos ajustes menores pueden ser explicados por el efecto de los factores de mortalidad que condicionan que la población muestreada ya no sea la misma que se pudo haber encontrado al inicio del ciclo en estado de huevecillo.

En la relación población de larvas de depredadores y población de descortezadores, los ajustes fueron bajos y muy variables, con un índice de correlación por totales de árboles de 0.028 y variación entre árboles desde 0.003 hasta 0.42.

Esta variación puede estar atribuida al hecho de que existe también variación entre ambas poblaciones; además, es importante mencionar que las poblaciones de depredadores tienden a desplazarse hacia las partes inferiores de los fustes infestados.

En dependencia del tiempo en que se haga el registro de datos, se puede encontrar un desequilibrio entre ambas poblaciones, por el comportamiento de los depredadores.

Por otra parte, los tamaños de muestra pudieron resultar muy pequeños para la detección de las poblaciones de depredadores, al contrario de que pudieron ser suficientemente grandes para las poblaciones de descortezadores.

Otro factor de influencia pudo ser la variabilidad entre los árboles y/o factores de mortalidad que no fueron considerados.

En la relación entre larvas de depredadores y número de ataques de descortezadores, el bajo ajuste puede atribuirse al hecho de que el número de árboles muestreados no fue suficiente para establecer un mayor ajuste.

#### 4.1.2. Disposición espacial de los depredadores y descortezadores explicada a través de distribuciones estadísticas.

Para determinar el patrón de disposición de los descortezadores se utilizaron los ataques, representados por los grumos de resina, ya que son indicadores fijos de su comportamiento, además de que en términos numéricos son más acordes con los datos de los depredadores, de los cuales no se encontraron masas de huevecillos y el ajuste se hizo con el número de individuos encontrados.

Los resultados en el programa TOPFIT manifestaron en general que las larvas de depredadores y los ataques de descortezadores, representados por los grumos de resina, están dispuestos en el árbol con un patrón regular, ya que la distribución binomial positiva resultó con probabilidades de ajuste más altas, al hacer la prueba de  $X^2$  tanto estándar como alternativa (Anexos 1 y 2).

Cabe mencionar sin embargo, que hubieron otras tablas de frecuencias que tuvieron un buen ajuste hacia el patrón de contagio, por ejemplo las que representaron las muestras de 400 cm<sup>2</sup>.

Como puede verse en los Anexos 1 y 2, la distribución binomial positiva manifestó los mayores ajustes para las muestras de 78, 100 y 222 cm<sup>2</sup> y por otra parte, la distribución binomial negativa tuvo los mejores ajustes en la muestras de 400 cm<sup>2</sup>.

Dado que hubo insuficientes grados de libertad para algunas tablas de frecuencias, la prueba estándar no se pudo realizar y la prueba alternativa tuvo mejores ajustes en la mayoría de los casos en que se pudieron hacer ambas pruebas (Figuras 8 a 13).

Para el ajuste con la binomial negativa, dado el caso de insuficientes grados de libertad, no se pudo detectar un posible caso de contagio para las muestras pequeñas, aunque en la muestra de 400 cm<sup>2</sup>, los ajustes se aproximaron a esta distribución.

La distribución de Poisson tuvo los valores de probabilidad más bajos, por lo que un patrón aleatorio se descartó.

Es notorio como el tamaño de muestra influyó en el tipo de distribución que se encontró, ya que en las muestras pequeñas la distribución siempre tendió a lo regular y en la muestra grande la mayor tendencia fue hacia el contagio.

Los índices de agregación  $\text{varianza/media}$  y el índice de Morisita (Elliot, 1977) también tendieron a manifestar un patrón regular, ya que la mayoría de los valores estuvieron por debajo de la unidad, pocos se aproximaron a la unidad y solamente en un caso, los valores la rebasaron. Estos valores fueron semejantes a los encontrados para la totalidad de los árboles, sin tomar en cuenta los niveles.

En los índices de agregación cuando los valores están por debajo de la unidad se tiene una distribución regular; si los valores oscilan por la unidad, se tiene un patrón aleatorio y si los valores rebasan la unidad la disposición es agregada (Elliot, 1977).

Los valores que tomaron los mencionados índices de dispersión tuvieron menos variación que los ajustes con las distribuciones. Lo anterior se debió a que ellos son poco afectados

por la varianza entre las medias, pero sí son afectados por el número de unidades de muestreo (Elliot, 1977).

Sin embargo, el proceso de colonización y establecimiento de las poblaciones de los descortezadores es hasta cierto punto una combinación de todos los patrones de disposición, ya que involucra una mezcla de procesos aleatorios al principio, que luego se transforman en agregados y posteriormente, con el aumento de la población se pueden tornar a regular, conforme se va dispersando sobre el área, determinado por los mecanismos de arribo, agregación y repelencia que se dan entre ellos.

Berryman, citado por García Martínez (1992), al hacer una revisión del género **Dendroctonus** encontró que el patrón espacial de la colonización del hospedante se desarrolla de la siguiente manera:

Al inicio del ataque se da una distribución al azar de los insectos pioneros, después se pasa a una distribución altamente contagiosa al generarse núcleos de agregación alrededor de los ataques iniciales, por la emisión de feromonas de agregación por parte de las hembras; conforme llegan más insectos, los núcleos de agregación se extienden en todas direcciones y el patrón cambia hacia una distribución más aleatoria, por la emisión de sustancias repelentes y emisión de sonidos del aparato estridulatorio por parte de los colonizadores, a fin de evitar la ocupación de sus lugares; al final, la distribución se vuelve uniforme, al ir siendo ocupados los lugares que estaban vacíos.

Para los depredadores el patrón regular se puede interpretar por los mecanismos de dispersión en busca de presas, que también han adoptado el patrón regular.

Por otra parte, es posible que en muestras pequeñas no se pueda detectar otro tipo de patrón, lo cual sería posible si se tuviera un tamaño de muestra más grande, que permitiría por ejemplo, detectar un patrón de contagio o aleatorio. También es posible que muestras tomadas de árboles con diferentes estados de desarrollo de la población muestren diferentes ajustes a las distribuciones mencionadas. Además, en árboles que son atacados masivamente, la mayor parte de la superficie puede estar ocupada por los descortezadores y por ende, por sus depredadores.

Al haber una mayor cantidad de individuos, por los mecanismos de repelencia que estos presentan, obliga a otros a buscar lugares que no estén ocupados.

Si las presas buscan nuevos sitios, los depredadores también tienden a dispersarse en busca del alimento; además entre ellos existe canibalismo que provoca que si están muy aglomerados puedan morir. Esto los obliga a emigrar a otros lugares en busca de espacio y de alimento.

Un patrón que de principio pudo ser agregado ya que los adultos colocaron sus masas de huevecillos en un lugar específico, tiende a ser regular conforme pasa el tiempo, por los mecanismos de sobrevivencia que adoptan las larvas y el tiempo en que se toman las muestras puede determinar el tipo de disposición que se encuentre.

El conocimiento de la disposición espacial puede indicar el tipo de muestreo a utilizar, es particularmente útil en el desarrollo de planes de muestreo secuencial, sirve para el análisis de poblaciones de los insectos; además, la descripción de la disposición espacial es un paso tendiente a una mejor comprensión de los sistemas ecológicos en que un organismo está involucrado.

En esta parte del trabajo se incurrió en el error de atribuirle a ciertas muestras individuos que quizás no le correspondían, debido a que algunas veces, al despegar la corteza, los individuos que se desprendían de éstas fueron ubicados arbitrariamente en las muestras de 78 ó 100 cm<sup>2</sup>.

Esto provocó que las probabilidades de ajuste para algunas muestras de 222 cm<sup>2</sup> fueran mínimas en comparación con muestras más pequeñas; por ejemplo, en las muestras de 78 y 100 cm<sup>2</sup> los ajustes se aproximaron más a la distribución regular.

Ante esta situación, se estima conveniente utilizar la muestra grande de 400 cm<sup>2</sup>, ya que permite ubicar a toda la población, además de que en una muestra más grande, las tablas de frecuencia permiten tener más grados de libertad y pueden ser ajustadas a todas las distribuciones posibles.

Como parte concluyente, se puede aceptar de manera preliminar, que la disposición de los depredadores se presenta de manera regular, aunque se reconoce que se requieren nuevos análisis para cuestionarlo o afirmarlo.

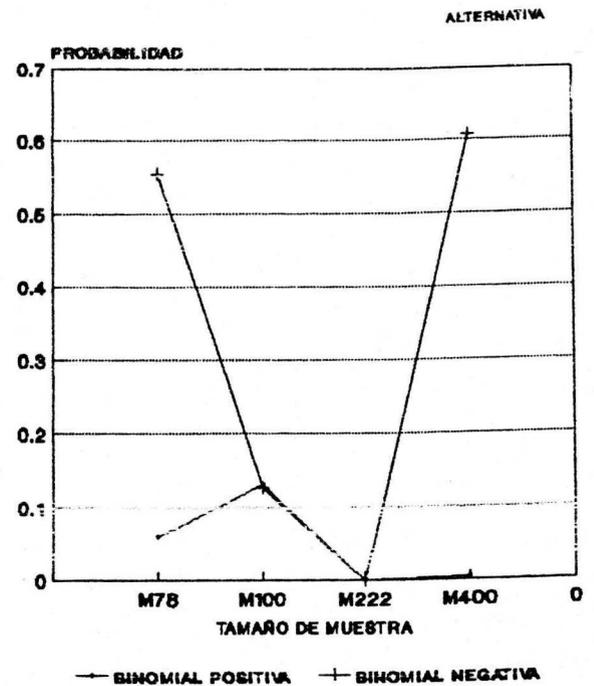
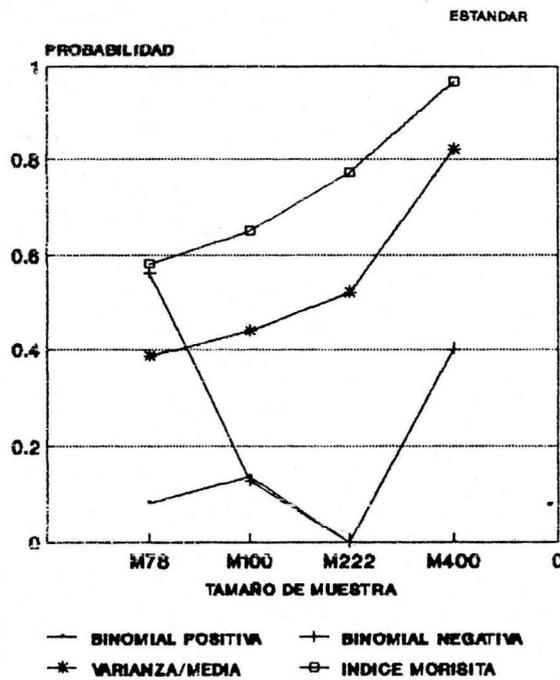


Figura 8. Probabilidades encontradas en diferentes distribuciones estadísticas e índices de dispersión para ataques de descortezadores en el nivel uno de infestación.

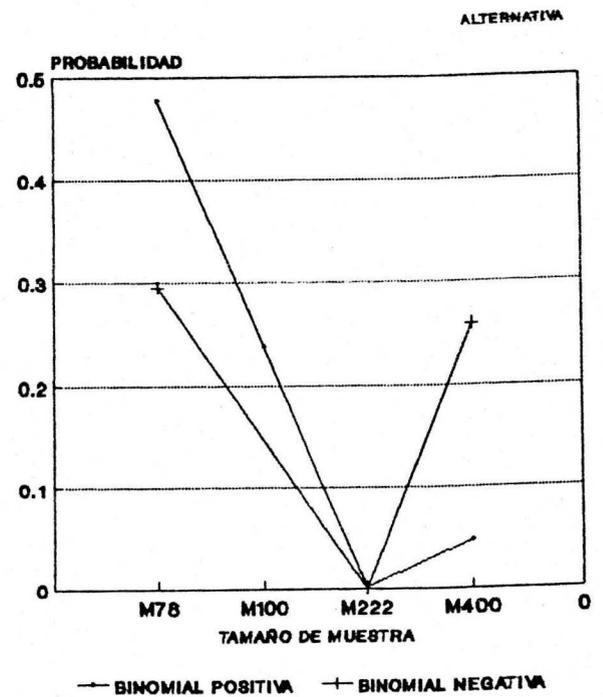
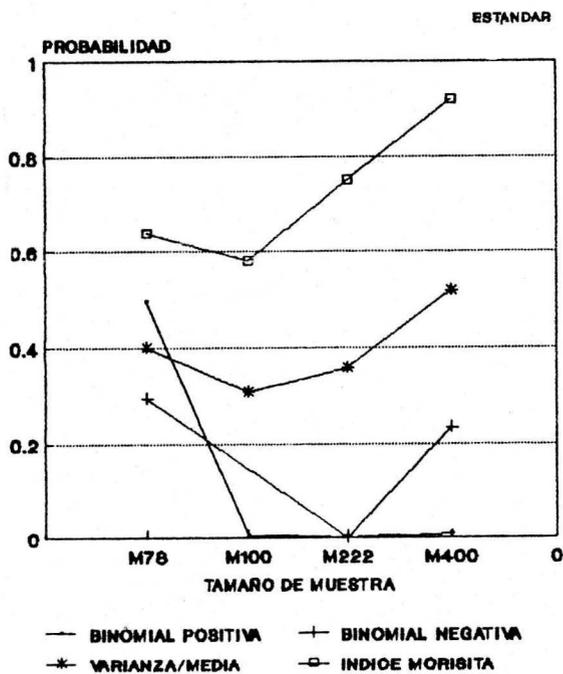


Figura 9. Probabilidades encontradas en diferentes distribuciones estadísticas e índices de dispersión para ataques de descortezadores en el nivel dos de infestación.

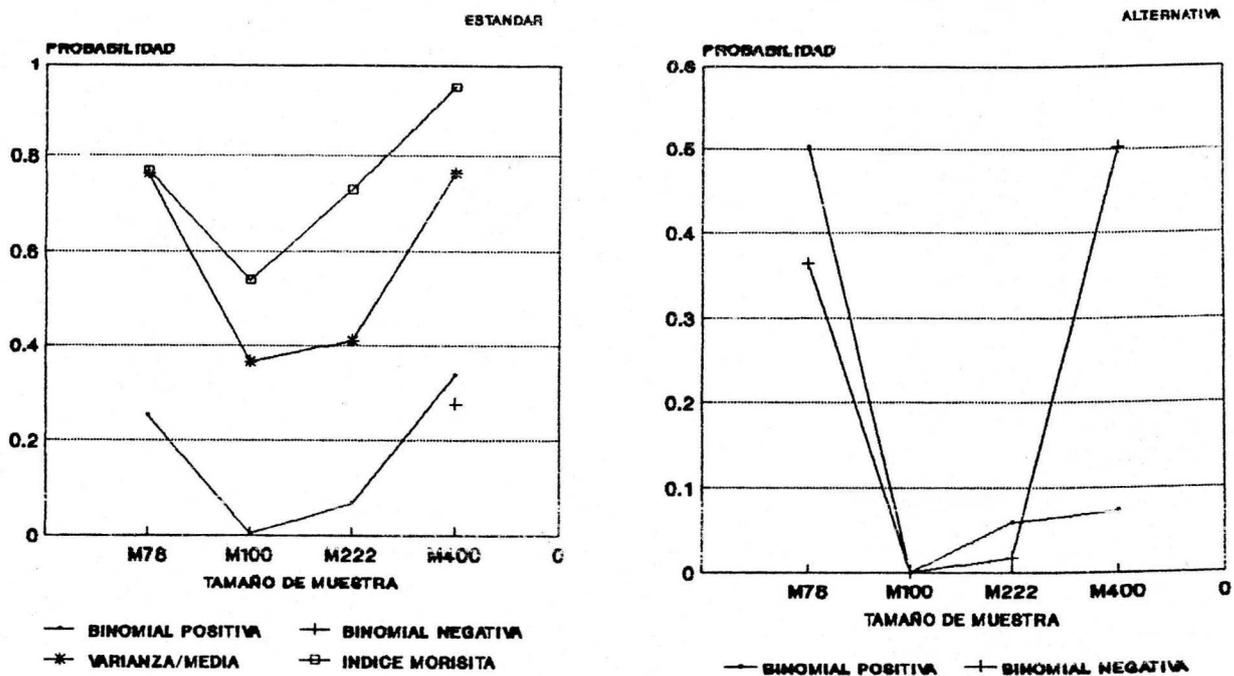


Figura 10. Probabilidades encontradas en diferentes distribuciones estadísticas e índices de dispersión para ataques de descortezadores en el nivel tres de infestación.

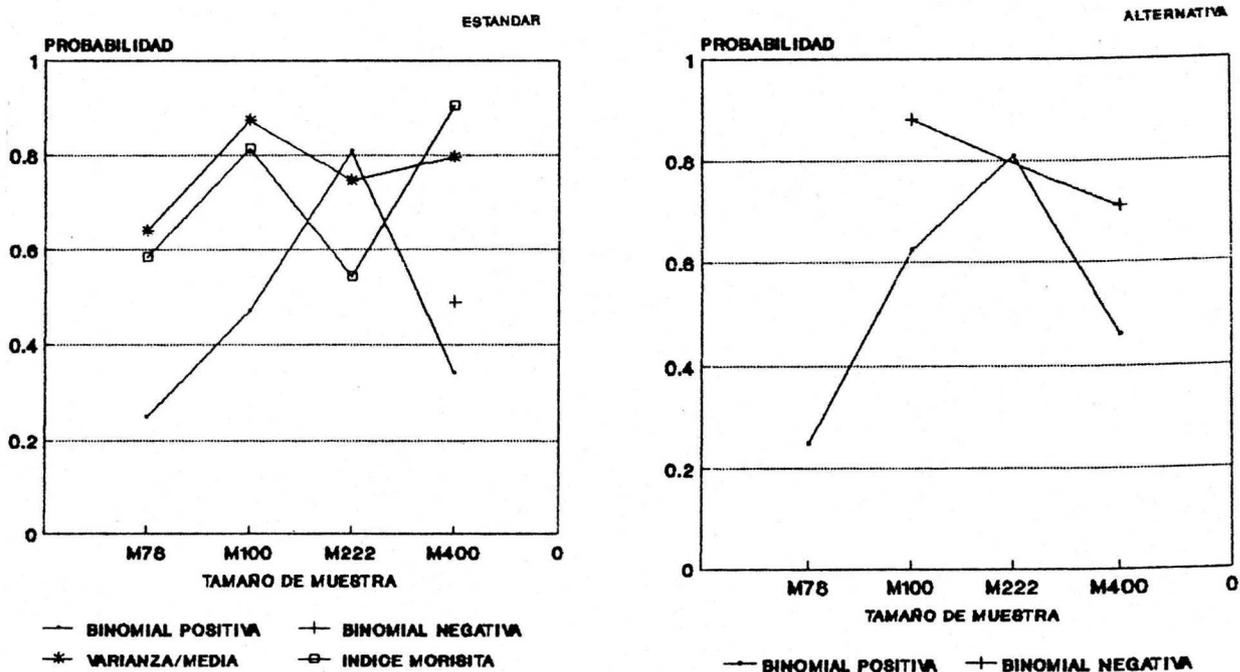


Figura 11. Probabilidades encontradas en diferentes distribuciones estadísticas e índices de dispersión para larvas de depredadores en el nivel uno de infestación.

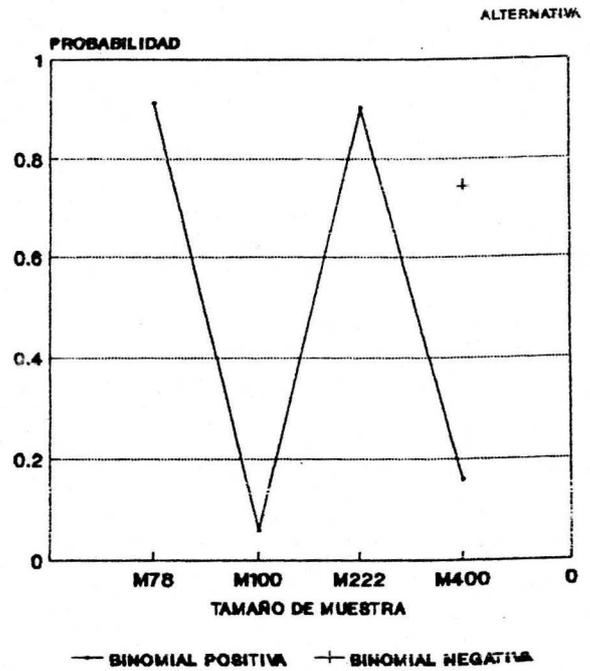
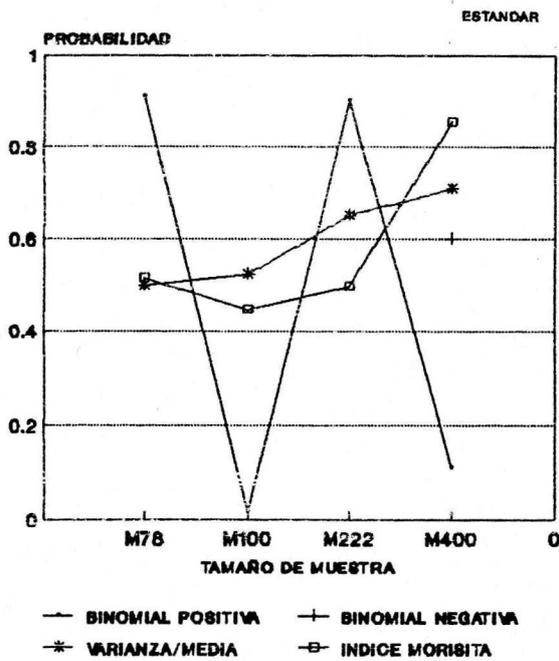


Figura 12. Probabilidades encontradas en diferentes distribuciones estadísticas e índices de dispersión para larvas de depredadores en el nivel dos de infestación.

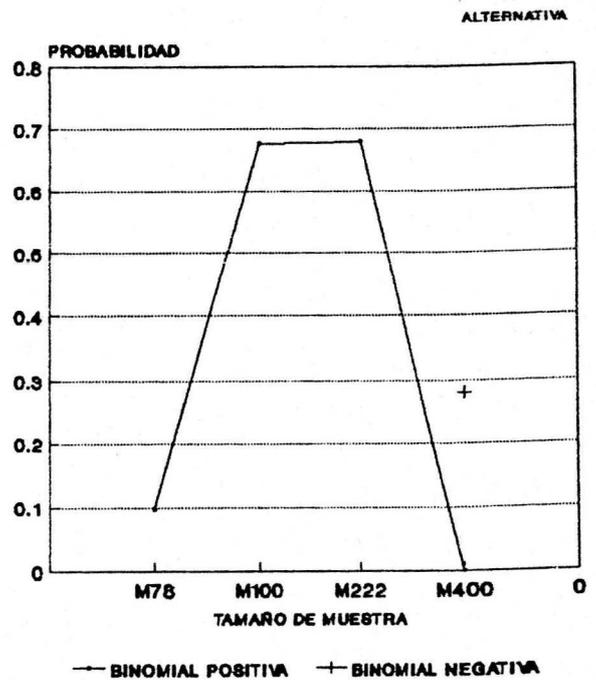
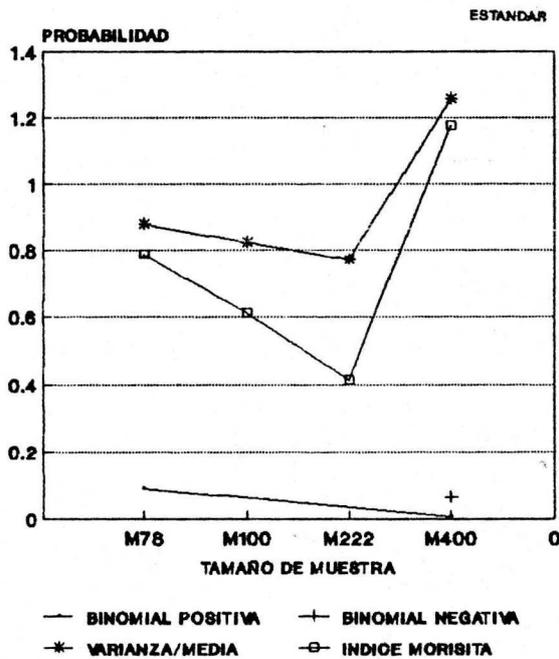


Figura 13. Probabilidades encontradas en diferentes distribuciones estadísticas e índices de dispersión para larvas de depredadores en el nivel tres de infestación.

## 4.2. Ciclo de vida en laboratorio.

### 4.2.1 Determinación de especies a estudiar.

Después de su identificación, se determinó que las especies encontradas en el sitio de trabajo fueron **Enoclerus arachnodes** Klug. y **Enoclerus erro** Wolcott, con las cuales se inició el estudio del ciclo de vida en laboratorio.

A continuación, se presenta una descripción de cada una de ellas, así como los resultados del ciclo de vida en condiciones de laboratorio y el consumo de presas necesario para completarlo.

### 4.2.2. **Enoclerus arachnodes** Klug.

#### 4.2.2.1. Descripción.

**Adulto** (Figura 14).

Cuerpo oval u oval elongado, con una longitud entre 7.5 y 9.5 mm y una anchura entre 2.5 y 3.5 mm.

La cabeza de 1.3 a 1.7 mm de ancho, muy pubescente, está ocupada en casi toda su anchura por los ojos; cada ojo mide entre 0.5 y 0.6 mm de ancho.

El pronoto en su parte más ancha, que es la parte media, mide entre 2.1 y 2.6 mm y en la parte inferior, que está fuertemente reducida en anchura, mide entre 1.47 y 1.58 mm. Presenta una depresión en forma de banda con la base prolongada hacia la parte inferior en forma de V.

El tórax en su parte ventral es muy pubescente, con setas gris cremoso claro, mientras que el abdomen es rojo anaranjado.

Los élitros tienen una longitud entre 5.8 y 6.8 mm., con coloración café oscuro brillante y numerosas pústulas en la superficie.

En la parte media transversal de los élitros hay una banda conspicua de color gris cremoso y en el declive hay dos manchas semicirculares del mismo color, pero menos perceptibles. La banda transversal es de ondulada, presentando ondas mas grandes hacia el punto de sutura, cuyo ancho en este punto es de 1 mm.

Las antenas con una longitud de 2.4 a 2.6 mm, tienen 11 segmentos imbricados y los últimos cuatro son engrosados formando una clava, con numerosas setas en cada segmento.

Patas café rojizas, con los fémures, coxas y trocántere fuertemente pubescentes con setas de color gris cremoso.

Una vez que los adultos alcanzan la madurez y emergen de la celda de pupación, presentan una consistencia suave y húmeda y no se les nota la pubescencia.

#### **Huevo.**

Los huevecillos son de forma alargada y de color rosa pálido; miden entre 2.31 y 2.55 mm de largo con un promedio de 2.45 mm y entre 0.52 y 0.63 mm de ancho, son puestos en un acomodo paralelo con respecto a los otros, ya sea vertical u horizontal (Figura 15).

## Larva.

Cuerpo alargado, paralelo en toda su longitud, la cual varía entre 5 y 8 mm en el primer instar hasta 12 y 19 mm en el cuarto instar. Cabeza aplanada, ancha y mandíbulas largas y gruesas. Cercos en forma de garfio, agudos y delgados, prolongados hacia arriba. Setas muy largas en relación con la longitud del cuerpo y muy numerosas en todos los segmentos (Figura 16).

Presenta tres y cuatro instares larvales, es más común que presente cuatro, determinados por el cambio de cutícula y aumento en la anchura de su cápsula cefálica. El Cuadro 7 muestra los valores de anchuras cefálicas para cada instar larval.

El cambio de larva de tercer instar a pupas sucedió solamente en 2 de 26 individuos criados a la temperatura de 23-25°C; en cambio en la temperatura de 15-17°C, de 34 larvas de tercer instar, todas pasaron al cuarto instar. Esto sugiere que al menos en laboratorio, la mayor parte de la población de larvas requiere de cuatro instares para pasar al estado de pupa.

Cuadro 7. Anchuras cefálicas y longitud del cuerpo para diferentes estadios larvales de **Enoclerus arachnodes**.

INSTAR	LI (mm)	LII (mm)	LIII (mm)	LIV (mm)
<b>ANCHURA CEFALICA</b>				
media	0.56	0.76	0.91	1.17
rango	0.54-0.62	0.71-0.79	0.83-1.04	1.08-1.25
<b>LONGITUD</b>				
media	6.16	11.45	13.7	15.65
rango	5-8	8-15	10-17	12-19
larvas medidas	100	80	64	58

Cibrián Tovar y Cibrián Tovar (1977), realizaron mediciones de cápsulas cefálicas para la misma especie y determinaron tres y cuatro instares larvales, con anchuras cefálicas mayores para cada estadio larval en relación con las de este estudio. Las larvas de primer instar midieron 0.6 mm de anchura, las de segundo 0.83 mm, las de tercero 1.132 mm y las de cuarto 1.5 mm.

Esta diferencia puede ser atribuida al alimento suministrado a base de *Dendroctonus adjunctus* e *Ips bonanseai*, el cual podría ser mejor en cantidad y calidad, que el alimento a base de *D. mexicanus*, suministrado en el actual estudio. Habrá que tomar en cuenta que un individuo de *D. adjunctus* puede doblar en tamaño a un individuo de *D. mexicanus*.

#### **Pupa.**

Las pupas son de tipo exarate, con una coloración púrpura en la parte del abdomen y rosa en la parte torácica. Sus medidas promedian 2.58 mm de ancho por 5.35 mm de largo (Figura 17).

En el periodo prepupal las larvas se ven engrosadas y turgente en la parte posterior, con una coloración gris púrpura.

Al ser criadas en laboratorio, utilizando pedazos de cartón como nicho, las larvas taponan los extremos de los canales con una sustancia cerosa, a la vez que construyen su cámara de pupación rodeándola de esa misma sustancia. Esta cámara de pupación es un hueco oval de 3 mm de ancho por 5 de largo, cuyos bordes presentan pequeñas partículas de cera y su interior es de una coloración gris.



Figura 14. Adulto. 12X



Figura 15. Huevecillos. 17X

~~INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS~~



Figura 16. Larva. 12X



Figura 17. Pupa. 10X

#### 4.2.2.2. Duración de estados de desarrollo y consumo de alimento.

El Cuadro 8 resume la duración en días de los diferentes estados de desarrollo de la especie a dos temperaturas diferentes, así como el consumo de alimento requerido en esos periodos.

El periodo que dura el estado de adulto en laboratorio puede variar grandemente de acuerdo con las condiciones ambientales y sobre todo con la cantidad de alimento y duración en que éste es suministrado.

Los adultos que se capturaron inicialmente para la obtención de huevecillos llegaron a sobrevivir hasta 72 días, siempre y cuando se les suministrara alimento.

Sin embargo, los nuevos adultos sobrevivieron hasta 22 días al haberseles suministrado alimento hasta cierto tiempo, ya que por circunstancias especiales no se les pudo seguir alimentando.

El consumo medio de los nuevos adultos fue de 8.64 adultos de descortezadores en un periodo promedio de 10.1 días, consumiendo 0.86 individuos por día, para la temperatura de 23-25°C.

Para la temperatura de 15-17°C hubo un consumo medio de 12 adultos de descortezadores en un periodo promedio de 15.7 días, consumiendo 0.76 individuos por día.

Por otra parte, adultos nuevos que no fueron alimentados sobrevivieron solamente entre 4 y 7 días después de haber emergido de sus nichos de pupación.

Es notorio que para este estado de desarrollo, siempre y cuando haya disponibilidad de alimento, hay una alta supervivencia que puede ser aprovechada en el momento de criar a la especie; sin embargo, el proceso de cría desde el estado de huevecillo hasta adulto tiene dificultades, las cuales se abordan posteriormente en estos resultados.

Cuadro 8. Duración en días y consumo alimenticio de los estados de desarrollo de **Enoclerus arachnodes** a dos temperaturas de cría diferentes.

ESTADO	23-25°C		15-17°C	
	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO
Huevo				
Días	11.4		14.8	
Larva I				
Días	34.7	17-51	42.3	24-59
Consumo	14.8	8-24	21.2	11-33
Larva II				
Días	37.2	24-51	49.2	35-67
Consumo	24.0	5-34	35.5	24-56
Larva III				
Días	31.5	16-47	36.0	23-55
Consumo	15.4	9-21	22.2	13-37
Larva IV				
Días	23.3	10-39	31.5	19-41
Consumo	11.1	3-21	16.5	10-23
Total larva				
Días	126.7	67-188	159	101-222
Consumo	65.3	25-100	95.4	58-149
Pupa				
Días	17.2	13-22	24.6	18-33
Adulto				
Días	10.1	5-15	15.7	8-22
Consumo	8.64	4-13	12.0	6-18
TOTAL				
Días	165.4		214.1	
Consumo	73.9		107.4	

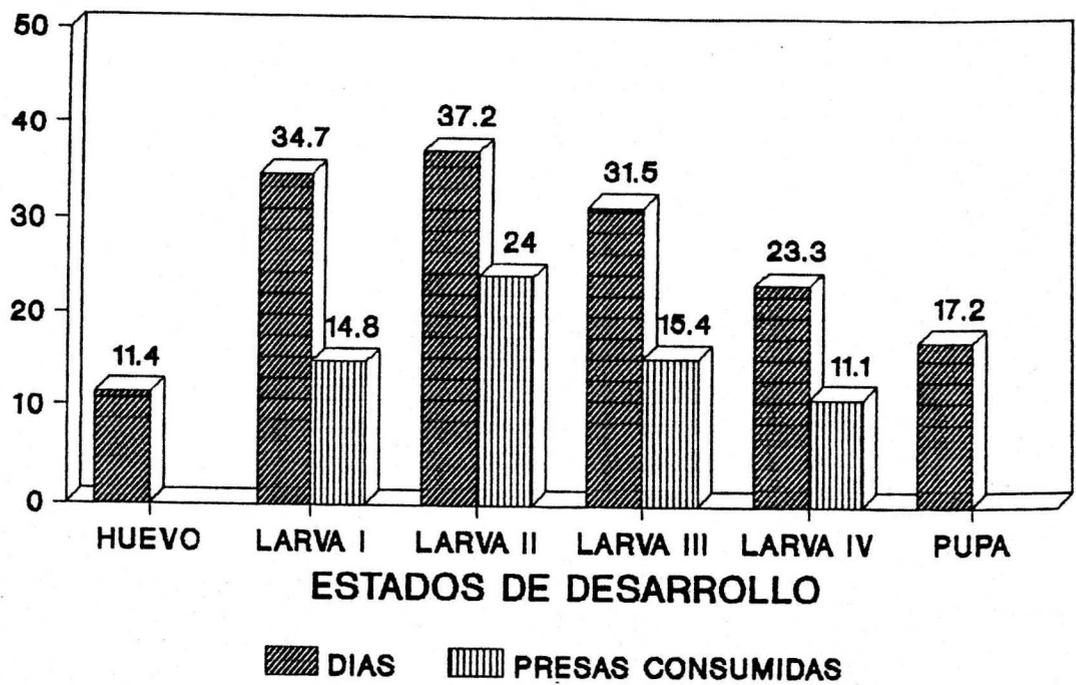


Figura 18. Días y consumo requeridos por estados juveniles de *E. arachnodes* a una temperatura de 23-25°C.

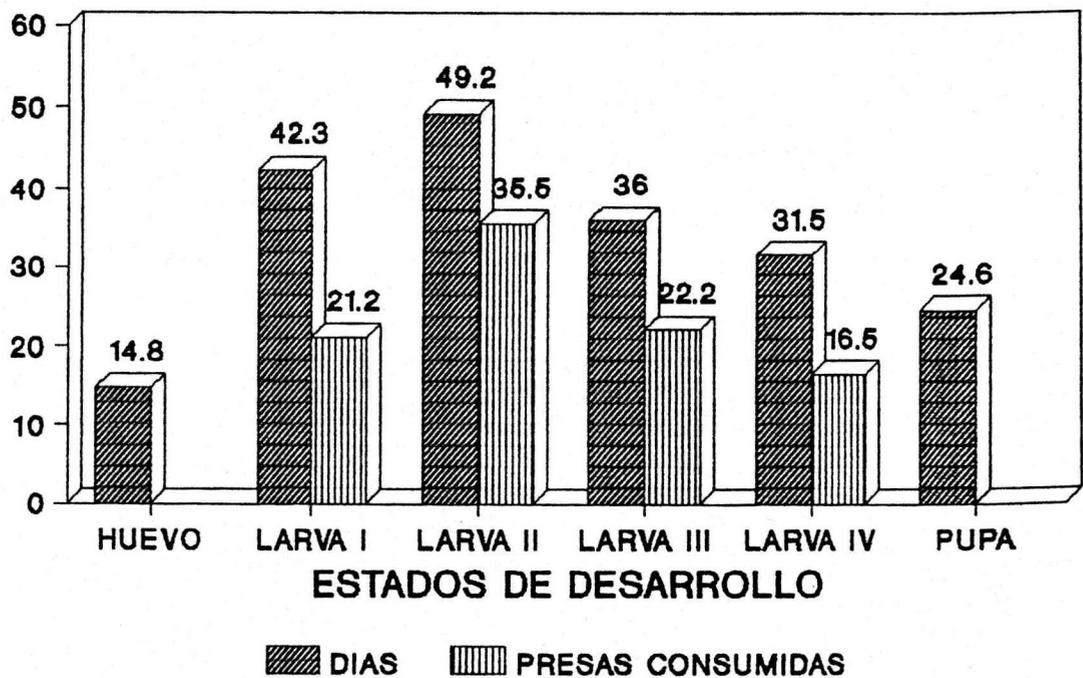


Figura 19. Días y consumo requeridos por estados juveniles de *E. arachnodes* a una temperatura de 15-17°C.

Para el estado de huevecillo el tiempo promedio de eclosión registrado es de 11.4 días para la temperatura de 23-25°C y 14.8 días para la temperatura de 15-17°C.

Para el estado de larva I, el tiempo de duración fue de 34.7 días con un consumo de 14.8 individuos, para la temperatura de 23-25°C y de 42.3 días, con un consumo de 21.2 individuos, para la temperatura de 15-17°C.

Para el estadio de larva II, la duración en días fue de 37.2, con un consumo de 24 individuos, a la temperatura de 23-25°C y 49.2 días, con un consumo de 35.5 individuos, para la temperatura de 15-17°C.

Para el estadio de larva III la duración fue de 31.5 días, con un consumo de 15.4 individuos, para la temperatura de 23-25°C y de 36 días con un consumo de 22.2 individuos, para la temperatura de 15-17°C.

Para las larvas de IV instar, la duración fue de 23.3 días, con un consumo de 11.1 individuos para la temperatura de 23-25°C y de 31.5 días, con un consumo de 16.5 individuos para la temperatura de 15-17°C.

Para todos los casos, el segundo instar larval fue el más largo en días y en donde hubo mayor consumo de alimento, al contrario del cuarto instar que fue el más corto y en general donde hubo menor consumo, atribuido posiblemente a que las larvas entran en un periodo de reposo prepupal.

El total de días que tomó el estado de larva para la temperatura de 23-25°C fue de 126.7 y el consumo de presas 65.3 individuos y para la temperatura de 15-17°C, el total de días fue de 159 y el consumo de presas 95.4 individuos.

El estado de pupa tuvo como promedio de duración 17.2 días para la temperatura de 23-25°C y 24.6 días para la temperatura de 15-17°C.

En el Cuadro 8 se nota que hubo diferencias entre la duración de los períodos de desarrollo de la especie a dos temperaturas distintas; para las larvas, por ejemplo, hubo una diferencia de 32.3 días, aun cuando este factor no pudo ser controlado estrictamente y en el consumo se detectó una diferencia de 30.1 individuos consumidos entre ambas temperaturas.

Como conclusión de esta parte del trabajo se tuvo que la duración del ciclo de vida está influenciado por la temperatura, ya que a mayor temperatura se requirió de menos tiempo para concluirlo. Es notorio que a menor temperatura hubo mayor consumo de presas, por que los individuos prolongaron su ciclo a la temperatura menor y de ahí la diferencia de 30.1 individuos consumidos entre ambas temperaturas.

En este caso la temperatura de 23-25°C dio mejores resultados, ya que se requirió de menos días y menor cantidad de alimento para la cría.

Como se mencionó previamente, el estado adulto presenta un alto grado de supervivencia, siendo fácil de manipular, al tener

un suministro continuo de alimento; sin embargo, es importante mencionar que la obtención de los adultos desde el estado de huevecillo presenta dificultades que deberán ser consideradas si se piensa en la cría masiva de ellos.

Desde el momento en que se tiene que garantizar el suministro continuo de alimento, tanto en cantidad como en calidad, se incurre en costos de tiempo y dinero; además, mantener el alimento en condiciones adecuadas, implica el almacenamiento de una buena cantidad de trocería verde en buenas condiciones de humedad y temperatura.

Por otra parte, aun cuando la capacidad de depredación de las larvas es alta, tomando en cuenta que se les suministraron las presas directamente, no se puede afirmar categóricamente si esta capacidad es igual en el campo, ya que no se sabe si las larvas tienen una alta capacidad de búsqueda.

Lo anterior está fundamentado en el hecho de que algunas larvas de primer instar murieron antes de pasar al segundo instar, sin consumir ninguna presa, aun cuando se les suministró el alimento.

Esto posiblemente se debe a que el recipiente que las contuvo fue muy grande y su capacidad de búsqueda estuvo reducida a un radio menor al del mismo, ya que al ser colocadas en frascos más pequeños las larvas consumieron el alimento suministrado y pasaron a los siguientes estados de desarrollo.

La supervivencia en condiciones de laboratorio fue baja, ya que se observó que de un total inicial de 100 larvas de primer instar, llegaron al estado adulto solamente 40 individuos.

Las causas posibles de mortalidad además de la ya mencionada previamente, pueden ser la falta de un nicho apropiado para la adaptación de los individuos; por otro lado, la manipulación constante propicia que sean dañados mecánicamente.

En forma general, el mayor porcentaje de mortalidad se dio en el estadio de larva I, con un 20 %, atribuido a que las larvas en ese estadio son muy delicadas y propensas a la desecación, pero también hubo un alto porcentaje de muerte en el estado de larva IV (19%), debido posiblemente a que las larvas no encontraron un nicho apropiado para pupar, sino hasta que se les pusieron pedazos de cartón corrugado y empezaron a construir sus nichos.

Sin embargo, los resultados de este estudio indican que el estado de huevecillo ofrece ciertas ventajas por la facilidad con que se produjeron y se manipularon, pero lo que se toma con cierta reserva es el éxito ante una eventual liberación de éstos en el campo, ya que se desconoce la influencia que pueden tener los factores adversos en su supervivencia, así como las técnicas más adecuadas para su manipulación y liberación en el campo, aunque Berryman (1966a), menciona que el estado de huevecillo ofrece ciertas ventajas para ser liberado en el campo, por lo fácil y barato que resulta producirlos en el laboratorio.

En el apartado 4.2.5.2. de este capítulo, se habla de la sobrevivencia de huevecillos a través de larvas eclosionadas y se

observa para algunos casos una sobrevivencia de hasta el 100%, por lo cual se reafirma que el estado de huevecillo ofrece ciertas ventajas, con la salvedad de que se desconoce si son adecuadas o no para las condiciones de campo.

En términos concluyentes, se puede decir que tomando en cuenta la capacidad de consumo de las larvas de esta especie y la facilidad con que se pueden producir sus huevecillos, es justificable su cría hasta este estado de desarrollo, siempre y cuando se tomen en cuenta posteriores investigaciones sobre el éxito de éstos en el campo, basados en su supervivencia y técnicas de liberación.

#### **Comparación del desarrollo y el consumo entre temperaturas.**

Las diferencias encontradas entre las temperaturas sobre los días de desarrollo y número de individuos consumidos, se analizaron a través de una comparación de medias.

Se estableció una hipótesis nula de igualdad de las medias de días de desarrollo y tasas de consumo, contra la hipótesis alternativa de diferencia entre las mismas variables, tomando como punto de comparación las dos temperaturas.

Al hacer la comparación de medias, la  $t$  calculada fue mayor que la  $t$  de tablas para todos los niveles de significancia, lo que obligó a rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa, lo que condujo a concluir que para la especie **E. arachnodes**, hay diferencias significativas entre los días de desarrollo y el consumo de descortezadores a las dos temperaturas comparadas.

#### 4.2.3. *Enoclerus erro* Wolcott.

##### 4.2.3.1. Descripción.

###### **Adulto** (Figura 20).

Cuerpo elongado y delgado, menos ovalado que *E. arachnodes*, con una longitud entre 5.8 y 7.2 mm y anchura entre 2 y 2.5 mm.

La cabeza mide entre 1.2 y 1.4 mm de ancho, es muy pubescente y está ocupada en casi toda su anchura por los ojos, los cuales miden entre 0.25 y 0.4 mm de ancho.

El pronoto en su parte más ancha mide entre 1.6 y 1.8 mm y en la parte inferior, reducida en anchura, mide entre 0.8 y 1 mm.

El pronoto presenta la depresión menos pronunciada que en *E. arachnodes*, pero siempre está presente y tiene forma de banda con la base prolongada hacia la parte inferior en forma de V.

En las partes laterales del pronoto se presentan manchas de color café rojizo, lo cual también es evidente en forma de una banda irregular en los puntos de unión de éste con la cabeza y con los élitros.

El tórax es pubescente, con setas de color gris cremoso, mientras que el abdomen presenta una coloración negra.

Los élitros tienen una longitud entre 3.5 y 4.5 mm, presentan una coloración negra con brillo metálico, con pústulas poco pronunciadas.

En el declive de los élitros se presenta una mancha en forma de banda irregular de color gris cremoso muy conspicua y hacia la parte media, en los márgenes exteriores de los mismos se presenta otra mancha, en forma semicircular y menos notoria.

Las antenas con una longitud entre 1.5 y 1.8 mm, tienen 11 segmentos imbricados y los últimos tres están engrosados formando una clava, siendo el último de ellos notoriamente más grande que los otros dos.

Patas negras, con los fémures, coxas y trocántere menos pubescentes que en *E. arachnodes*, cuyas setas de color gris crema, contrastan fuertemente con su color.

#### Huevo.

Los huevecillos de *E. erro* son de forma alargada, presentan una coloración rosa pálido y miden entre 1.57 y 1.79 mm de largo, con un promedio de 1.67 mm y entre 0.31 y 0.42 mm de ancho (Figura 21). Al compararlos con los huevecillos de *E. arachnodes*, se encontró que alcanzan un 68% de la longitud de aquellos.

#### Larva.

El cuerpo de las larvas de *E. erro* no siempre es paralelo en su longitud, sino que presenta ahusamientos tanto en la parte anterior como posterior (Figura 22).

La longitud del cuerpo varía entre 1.9 y 3.0 mm en su primer instar hasta 8 y 11 mm en su cuarto instar y la cantidad de setas es mayor en su parte anal.

La cabeza es estrecha en relación con el tamaño del cuerpo, y las mandíbulas son cortas y angostas.

Tiene cercos cortos, engrosados y no tan agudos como los de **E. arachnodes**; más bien sus puntas pueden considerarse truncadas.

Presenta entre tres y cuatro instares larvales, siendo más común que presente cuatro. En el Cuadro 9 se muestran los valores de anchura cefálica para los mencionados instares larvales.

El cambio de larva de tercer instar a pupa sucedió en 9 de 18 larvas en la temperatura de 23-25°C, mientras que esto no sucedió en ninguna de las 18 larvas de tercer instar en la temperatura de 15-17°C, pues todas ellas pasaron a un cuarto instar. En este caso un número mayor de larvas pasó de tercer instar a pupa, que puede ser atribuido a las características particulares de la especie, a las fluctuaciones de las temperaturas que no fueron bien controladas, o bien a la calidad de alimento; sin embargo, al menos en el laboratorio, las larvas necesitan pasar por cuatro instares larvales para llegar al estado de pupa.

Cuadro 9. Anchuras cefálicas y longitud del cuerpo para diferentes estadios larvales de **Enoclerus erro**.

INSTAR	LI (mm)	LII (mm)	LIII (mm)	LIV (mm)
ANCHURAS CEFALICAS				
promedio	0.31	0.47	0.72	0.86
rango	0.29-0.37	0.46-0.54	0.66-0.79	0.83-0.92
LONGITUD				
promedio	2.71	3.45	7.28	9.04
rango	2-2.78	2.4-3.9	5.4-9.2	7-10
larvas medidas	100	60	49	27

## **Pupa.**

Las pupas son de tipo exarate, con una coloración púrpura en la parte del abdomen y gris translúcido en la parte torácica, miden 1.32 mm de ancho por 2.9 mm de largo (Figura 23).

De la misma manera que **E. arachnodes**, al momento de pupar las larvas adquieren una apariencia engrosada y turgente en su parte posterior, con una coloración púrpura grisácea.

Por otra parte, al contrario de **E. arachnodes**, las larvas de tercer y cuarto instar puparon con mucha facilidad y no hubo necesidad de colocarles trozos de cartón como nichos de pupación.



Figura 20. Adulto. 12X



Figura 21. Huevecillos. 17X

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.



Figura 22. Larva. 13X



Figura 23. Pupa. 10X

#### 4.2.3.2. Duración de estados de desarrollo y consumo de alimento.

El Cuadro 10 resume la duración en días de los estados de desarrollo de la especie a dos temperaturas, así como el consumo de alimento requerido.

Los adultos capturados inicialmente para la obtención de huevecillos llegaron a sobrevivir hasta 87 días, siempre y cuando se les suministró alimento; los nuevos adultos obtenidos sobrevivieron como máximo 47 días mientras se les estuvo alimentando y los adultos nuevos que no fueron alimentados, sobrevivieron solamente entre 8 y 10 días después de haber emergido.

El consumo medio de los adultos fue de 18.4 descortezadores en un periodo de 28 días, consumiendo 0.66 individuos por día, para la temperatura de 23-25°C y de 24.8 descortezadores en un periodo de 36.2 días, consumiendo 0.68 individuos por día, para la temperatura de 15-17°C.

Para el estado de huevecillo, el tiempo promedio de eclosión registrado fue de 13 días para la temperatura de 23-25°C y 19 días para la temperatura de 15-17°C.

Para el estadio de larva I, el tiempo de duración fue de 14.8 días con un consumo de 9.78 individuos, para la temperatura de 23-25°C y de 24.7 días, con un consumo de 13.1 individuos, para la temperatura de 15-17°C.

Para el estadio de larva II, la duración en días fue de 36.1, con un consumo de 15.8 individuos para la temperatura de

23-25°C y de 39.5 días, con un consumo de 17.4 individuos para la temperatura de 15-17°C.

Para el estadio de larva III la duración fue de 26.3 días, con un consumo de 10.6 individuos en la temperatura de 23-25°C y de 31.6 días, con un consumo de 12.2 individuos para la temperatura de 15-17°C.

Cuadro 10. Duración en días y consumo alimenticio de los estados de desarrollo de **Enoclerus erro** a dos temperaturas de cría diferentes.

ESTADO	23-25°C		15-17°C	
	MEDIA	RANGO	MEDIA	RANGO
Huevo				
Días	13		19	
Larva I				
Días	14.8	10-21	24.7	20-32
Consumo	9.78	6-16	13.1	8-19
Larva II				
Días	36.1	20-55	39.5	28-54
Consumo	15.8	10-28	17.4	11-27
Larva III				
Días	26.3	16-35	31.6	24-41
Consumo	10.6	7-17	12.2	9-18
Larva IV				
Días	10.8	7-15	13.3	9-20
Consumo	4.66	3-6	4.83	3-8
Total larva				
Días	88		109.1	
Consumo	40.84		47.53	
Pupa				
Días	12.5	8-21	14.5	8-17
Adulto				
Días	28	15-42	36.2	17-47
Consumo	18.4	9-27	24.8	8-34
TOTAL				
Días	141.5		178.8	
Consumo	59.24		72.33	

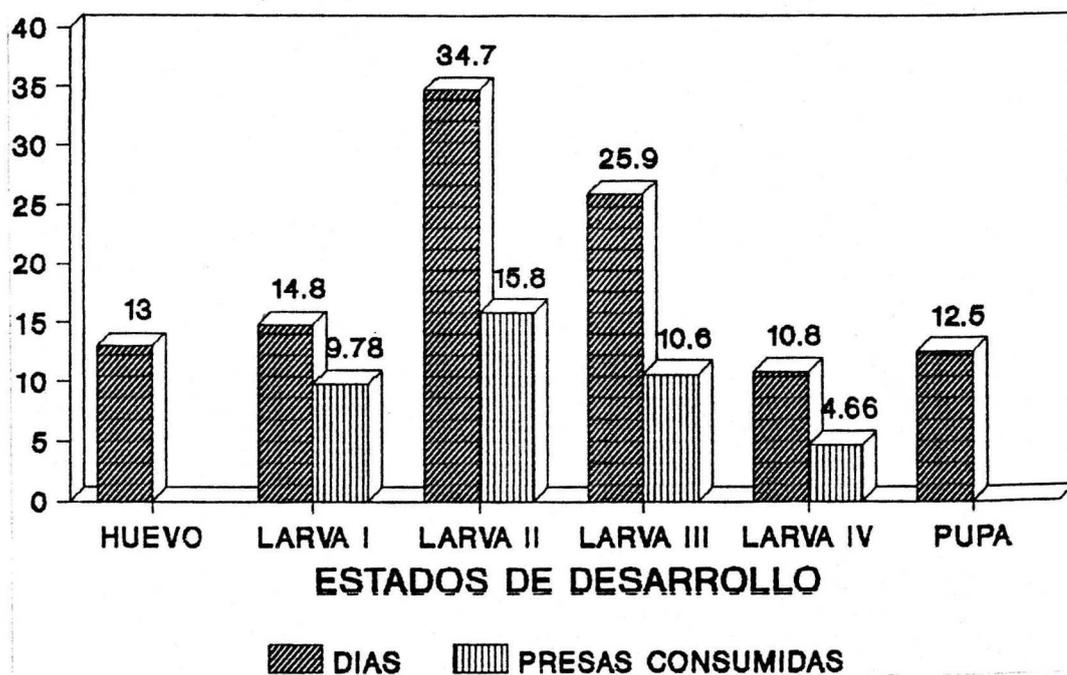


Figura 24. Días y consumo requeridos por estados juveniles de *E. erro* a una temperatura de 23-25°C.

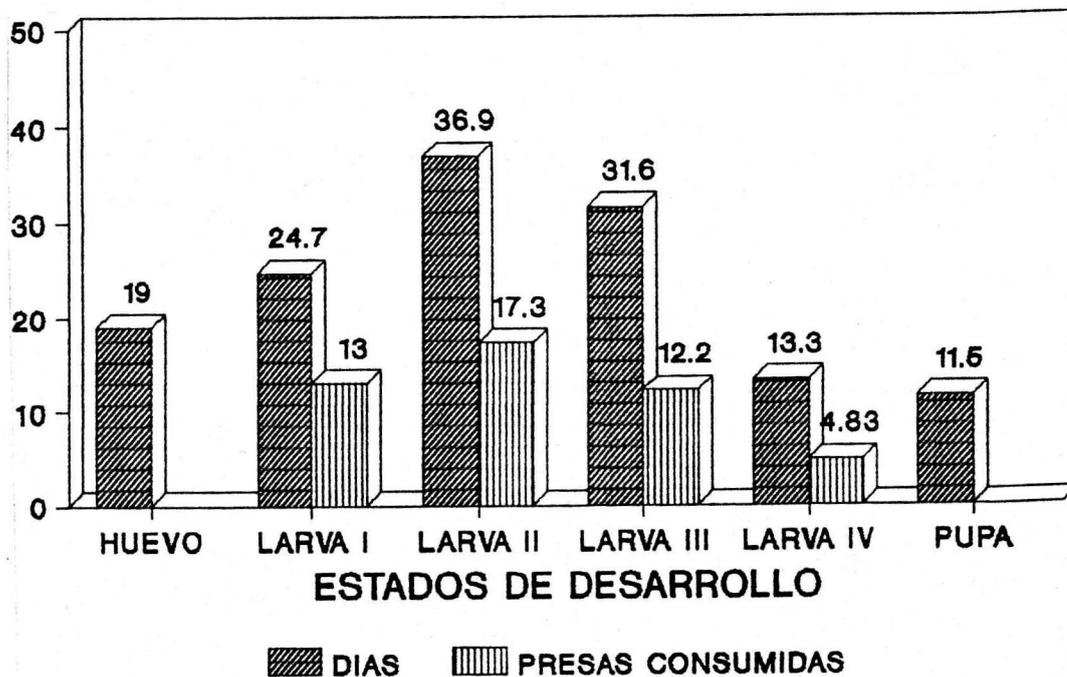


Figura 25. Días y consumo requeridos por estados juveniles de *E. erro* a una temperatura de 15-17°C.

Para las larvas de IV instar, la duración fue de 10.8 días, con un consumo de 4.66 individuos para la temperatura de 23-25°C y de 13.3 días, con un consumo de 4.83 individuos para la temperatura de 15-17°C.

El total de días que tomó el estado de larva para la temperatura de 23-25°C fue de 88 y el consumo de presas fue de 40.84 individuos y para la temperatura de 15-17°C, el total de días fue de 109.1 y el consumo de presas fue de 47.53 individuos.

El promedio de mayor consumo se registró en el segundo instar, al igual que la duración en días, sucediendo también que el periodo más corto y la menor tasa de consumo se dio en el cuarto instar.

En el Cuadro 10 se nota que hubo diferencias entre la duración de los periodos de desarrollo de la especie a dos temperaturas distintas; para las larvas, por ejemplo, hubo una diferencia de 21.1 días, aun cuando este factor no pudo ser controlado estrictamente.

El mismo Cuadro 10 muestra que hubo menos diferencia entre la duración de los periodos de desarrollo de la especie a dos temperaturas distintas, en comparación con *E. arachnodes*; quizás por el hecho de que el ciclo de *E. erro* es más reducido.

El estado de pupa tuvo como promedio de duración 12.5 días para la temperatura de 23-25°C y 14.5 días para la temperatura de 15-17°C.

Discutiendo sobre la factibilidad de la cría masiva de la especie en condiciones de laboratorio, se mencionan algunos aspectos que deben considerarse previamente.

Se observó que de un total inicial de 100 larvas de primer instar llegaron al estado adulto solamente 36 individuos, determinándose que para esta especie hubo una mortalidad un poco mayor que con **E. arachnodes**.

El mayor porcentaje de mortalidad se dio en el estado de larva I, con un 33 %, atribuido a que las larvas en ese estado son muy delicadas y propensas a la desecación. Esta característica fue más evidente que con las larvas de **E. arachnodes**.

Otra causa aparente de la mortalidad es que las larvas se colocaron en frascos muy grandes en relación con su tamaño, el cual es muy pequeño, lo que de alguna manera redujo su capacidad de búsqueda en un espacio muy grande.

En términos generales, la producción de huevecillos también fue muy eficiente al igual que los porcentajes de eclosión, como sucedió con **E. arachnodes**, considerando factible la producción masiva de ellos para su posterior liberación en el campo.

Sin embargo, tomando en cuenta que la capacidad de depredación de esta especie es mucho menor que la de **E. arachnodes** y los porcentajes de mortalidad mayores, la posibilidad de su cría debe ser tomada con reserva, considerando que el costo de producción de huevecillos de **E. arachnodes** ofrece mayores ventajas que las producción de huevecillos de **E. erro**.

Aun cuando la producción de huevecillos de **E. erro** es mayor en número que la de **E. arachnodes**, incluyendo la eclosión de larvas, la sobrevivencia de éstas al final del ciclo es menor en relación con **E. arachnodes**.

#### **Comparación del desarrollo y el consumo entre temperaturas.**

Por las diferencias encontradas entre las temperaturas sobre los días de desarrollo y número de individuos consumidos, se verificó ello a través de una comparación de medias.

Se estableció una hipótesis nula sobre la igualdad de las medias de días de desarrollo y tasas de consumo de descortezadores por la especie, contra la hipótesis alternativa de diferencia entre las mismas variables, tomando como punto de comparación las dos temperaturas.

Al hacer la comparación de medias, la  $t$  calculada fue mayor que la  $t$  de tablas para todos los niveles de significancia, lo que obligó a rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa.

Lo anterior conduce a concluir que para la especie **E. erro**, hay diferencias significativas entre los días de desarrollo y el consumo de descortezadores a las dos temperaturas comparadas.

#### **4.2.4. Enoclerus ablusus Barr.**

Por haber sido reportada para la República Mexicana y por estar incluida en una clave propia que posteriormente se presenta, a continuación se hace una descripción, también propia, de esta especie, aunque se aclara que ésta no se encontró en el

área de estudio, pero sí se ha colectado en los estados de Jalisco y Michoacán.

Cuerpo con longitud entre 5.5 y 6.5 mm y anchura entre 2.5 y 3.5 mm.

Élitros café oscuro, lustrosos, poco pubescentes.

Sobre los élitros hay manchas de color ceniza dispersas y poco perceptibles pero cerca del declive de estos se presenta una banda delgada y de forma irregular de pelos cenizos, la cual sí es evidente.

Existe un punto de pelos blancos cenizos en la parte superior donde se unen los élitros. La parte inferior de la cabeza es de color café rojizo.

#### 4.2.5. Comparación entre **E. arachnodes** y **E. erro**.

##### 4.2.5.1. Días de desarrollo y consumo.

De los resultados obtenidos en el estudio del ciclo de vida se determinó que existen amplias diferencias entre las dos especies, en cuanto a tasa promedio de consumo e igualmente en el promedio de días de vida.

Los estados inmaduros de **E. arachnodes** mostraron mayor capacidad de consumo que **E. erro**. En promedio total, las larvas de **E. arachnodes** consumieron 80.35 descortezadores entre larvas y pupas, mientras que las larvas de **E. erro**, consumieron como promedio total 44.18 individuos de descortezadores. Este resultado fue corroborado mediante comparación estadística de

medias, que también demostró que hubo diferencias en los días de desarrollo entre ambas especies.

#### 4.2.5.2. Oviposición.

Es importante notar que **E. erro** presenta una tasa de oviposición mayor que la de **E. arachnodes**, pues según un recuento por siete días, para un total de ocho hembras de cada especie, en igualdad de condiciones, el número de huevos de **E. erro** triplicó al número de huevos de **E. arachnodes** (Cuadro 11).

Cuadro 11. Registro de oviposiciones en hembras de cléridos en siete días no consecutivos.

Día	N° de huevos <b>E. erro</b>	N° de huevos <b>E. arachnodes</b>
1	120	57
2	87	32
3	22	6
4	42	19
5	29	8
6	16	6
7	32	4

Este comportamiento podría ser explicado como un mecanismo de sobrevivencia de **E. erro**, ya que en el laboratorio sus larvas tuvieron un alto porcentaje de mortalidad en su primer instar, en relación con las larvas de **E. arachnodes**.

#### **Evolución que sufrieron los huevecillos durante su desarrollo.**

Los huevecillos de ambas especie, al momento de ser puestos, presentaron una coloración rosa muy pálido en su totalidad, con un aspecto hialino.

Al siguiente día de puestos, los huevecillos tenían sus extremos como puntos transparentes y el color rosa tenue del principio se tornó a un color rosa anaranjado un poco intenso.

A los tres o cuatro días, los huevecillos presentaron sus extremos como puntas de color hialino transparente, semejando pequeñas gotas de agua. Tres días después, estos extremos se tornaron blancos.

A los ocho días, los huevecillos presentaron 6 líneas blancas parecidas a estriás, contrastando con su color rosa.

La partes blancas correspondían a las partes bucales, anales y a las extremidades de las futuras larvas.

Entre los 11 y 14 días después de puestos se dio la eclosión de las larvas de **E. arachnodes** y entre los 13 y 19 días eclosionaron las larvas de **E. erro**.

#### **Determinación de sobrevivencia de huevecillos a través de larvas eclosionadas.**

Existe una alta sobrevivencia de huevecillos en laboratorio, pues llega a eclosionar hasta el 100 % de ellos (Cuadro 12).

Es notorio que sin controlar la temperatura ni la humedad se ha logrado este nivel de supervivencia; sin embargo, es importante también mencionar la ausencia de parásitos y depredadores, además de la facilidad con que pueden ser manipulados en el laboratorio.

Cuadro 12. Porcentaje de eclosión de larvas de cléridos a temperatura ambiente.

Espece	Huevos puestos (N°)	Larvas eclosionadas (N°)	Porcentaje de eclosión (%)
<b>E. arachnodes</b>	19	18	94.74
	57	54	94.74
	18	15	83.33
	8	8	100.00
	21	21	100.00
	6	6	100.00
	68	63	92.65
	32	28	87.50
<b>Total</b>	<b>229</b>	<b>213</b>	<b>93.01</b>
<b>E. erro</b>	120	115	95.83
	11	9	81.82
	12	11	91.67
	43	37	86.05
	6	6	100.00
	22	20	90.91
	87	75	86.21
	42	40	95.24
	16	13	81.25
<b>Total</b>	<b>359</b>	<b>326</b>	<b>90.81</b>

#### 4.2.5.3. Larvas.

##### Aspecto de las larvas recién eclosionadas.

Para las dos especies las larvas recién eclosionadas presentan una coloración rosa muy pálido, casi transparente, al igual que las setas, las cuales son casi imperceptibles.

La cabeza, placa torácica, cercos y patas son transparentes y solamente las mandíbulas se ven esclerosadas con un color café claro; también se detectan los ojos por su coloración.

Aun cuando la placa torácica todavía es transparente, ya son perceptibles cuatro manchas de color café claro en los dos últimos segmentos torácicos.

Las larvas, en su primer instar, presentan las setas muy largas en relación al tamaño del cuerpo, las cuales son más cortas cuando pasan al segundo y tercer estadio larval.

Con las observaciones registradas, se notó que algunas larvas que pasaron al siguiente instar murieron, o bien mudaron antes y luego no pudieron desprenderse de la exuvia, lo que aparentemente motivó su muerte, además pudieron estar debilitadas por otras causas, por ejemplo, la manipulación con las pinzas.

### **Cambios de coloración.**

Es notorio el cambio que experimentan las larvas conforme transcurre su desarrollo, ya que la coloración de éstas varía desde un rosa translúcido en sus primeros instares hasta adoptar colores rosa anaranjado, rosa púrpura, anaranjado, púrpura o púrpura azulado en los últimos instares.

La coloración de las cápsulas cefálicas, patas, placa torácica y cercos vuelve a adquirir el color neutral casi transparente en los primeros momentos después de haber mudado, pero en dos y tres días después, adquieren de nuevo el aspecto esclerosado.

Cuando adquieren la coloración púrpura azulosa ya no sufren transformaciones a otros instares, adoptan una posición de reposo y entran al estado prepupal.

### **Diferencias entre las larvas de ambas especies.**

A pesar de las similitudes mencionadas previamente para las larvas recién eclosionadas, los cambios de coloración que experi-

mentan y los cambios que van sufriendo en algunas de sus partes, existen caracteres que permiten separar a ambas especies.

Además de los caracteres como el tamaño y la anchura de las cápsulas cefálicas, existe una característica que se puede considerar útil en la identificación de las especies en su estado de larva; tal característica es la forma que presentan sus cercos.

Como se puede ver en la Figura 26, los cercos de las larvas de **E. arachnodes** son largos, delgados y agudos, prolongados hacia arriba en forma de garfios, mientras que para **E. erro**, son cortos, gruesos y truncados, menos prolongados hacia arriba.

#### **Aspectos de alimentación.**

Las larvas de primer instar no comen al eclosionar, sino que empiezan a consumir alimento entre dos y tres días después.

Por otra parte, las larvas de segundo y tercer instar, dejan de alimentarse al entrar en un período de semi-reposo antes de cambiar de instar, entre uno y tres días después de haberse desprendido de su exuvia reanudan la actividad en busca de sus presas y requieren mayor cantidad de alimento.

Las larvas de ambas especies, inclusive las de primer instar, siempre prefirieron las pupas de los descortezadores, quizás porque éstas tienen el integumento delgado y succulento que las hace más apetecibles y fáciles de consumir; además, puede considerarse a las pupas como alimento de mejor calidad en comparación con las larvas, por la acumulación de proteínas y otros nutrientes.

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

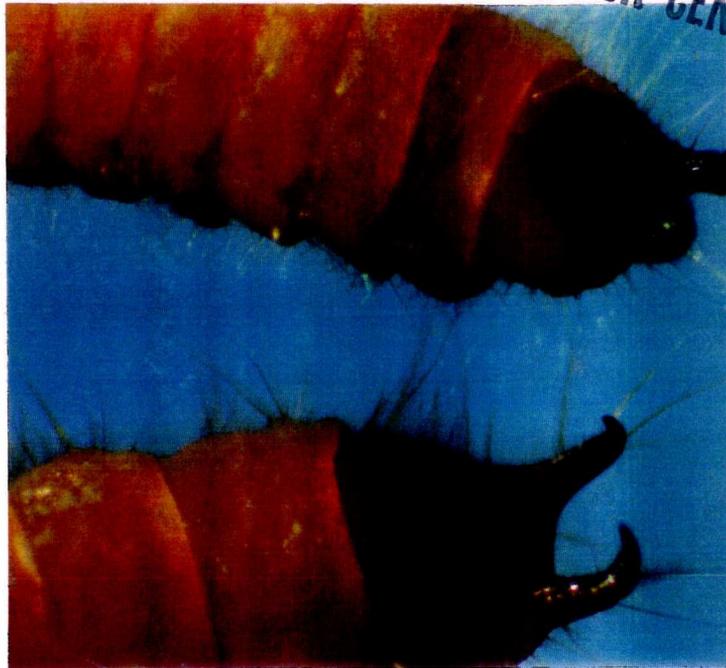


Figura 26. Larvas de **E. arachnodes** (abajo) y **E. erro** (arriba) con la característica distintiva de sus cercos.

Usualmente consumen a la presa por la parte que une la cabeza con el tórax en la superficie ventral, succionando por esa parte y dejando a veces sólo la cutícula de la larva con su forma original. Este mismo hábito lo asumen los adultos.

Cuando las larvas de primer instar comen lo suficiente, sus cuerpos aumentan en grosor y longitud, sin cambiar de instar larval, por lo que sus cápsulas cefálicas se mantienen reducidas y parecen larvas de otros instares por el tamaño de sus cuerpos; por el contrario, cuando no comen, el cuerpo queda muy reducido en longitud, aun cuando la cápsula cefálica se vea ancha en relación a la longitud, aun sin cambiar de instar larval.

Algunas larvas, de primer instar, con cuerpos muy grandes por haber consumido mucho alimento, se mostraron inmóviles, con el cuerpo turgente, para pasar al próximo instar larval.

Se notó que las larvas consumieron otro tipo de alimento, ya que a algunas se les suministraron larvas de cerambicidos y las comieron totalmente, además de haberse observado canibalismo entre ellas, lo que puede ser explicado como un mecanismo de sobrevivencia cuando las poblaciones de descortezadores declinan, que obliga a los depredadores a consumir otro tipo de alimento.

#### 4.2.5.4. Adultos.

Los machos adultos de **E. arachnodes** son muy agresivos cuando están en periodo de apareamiento, y buscan febrilmente a las hembras. No fue posible determinar cual de ellos segrega una sustancia con un olor muy característico en este periodo.

Esa actividad febril conduce a que se dañen físicamente al encontrar barreras que les impiden la movilidad. Con **E. erro**, aun cuando muestra también gran actividad, esta no es tan notoria como la de **E. arachnodes**.

Las hembras de ambas especies, al ovipositar, requieren de más alimento, pues se observó que cuando se les dio más alimento ovipositaban más y cuando éste se les restringió, la oviposición fue nula o muy escasa.

Por otra parte, independientemente de su estado de desarrollo, atacan a su presas sea larva o adulto, por la articulación entre el tórax y el abdomen, suponiéndose que es la parte por donde pueden morderlas más fácilmente y extraer sus jugos.

Cuando detectan la presencia de una presa es característico que muevan sus antenas en forma vibratoria, posiblemente como un estado de alerta ante el menor movimiento de su presa para proceder inmediatamente a su captura.

La forma de ataque a la presa es agarrándola con las cuatro patas delanteras, estirando casi al máximo sus patas traseras. Posteriormente, la voltean dejando expuesta la parte ventral y muerden en la articulación entre el tórax y el abdomen, separando estas partes, dejando al final las partes esclerosadas de la cabeza tórax y abdomen, así como alas, élitros y algunas patas.

El tiempo de duración de la comida oscila entre diez y veinticinco minutos. Si el depredador está hambriento, puede durar hasta ocho minutos y casi siempre busca otra presa para

saciarse. De forma general, comen un individuo en el momento en que se les pone la presa, pero pueden consumir hasta tres.

**E. erro**, dado su tamaño, a veces tiene dificultad para sostenerse en pie junto con la presa y ha sido posible verlo comiendo aun cuando esté con las patas hacia arriba.

Los adultos recién emergidos de los nichos de pupación presentan un aspecto suave, húmedo y débil, se mueven con mucha dificultad y buscan sitios donde esconderse sin buscar alimento; transcurridos dos o tres días se les nota muy activos buscando presas para alimentarse.

#### 4.2.6. Clave para tres especies mexicanas del género **Enoclerus**.

Con base en las características de las dos especies estudiadas en el laboratorio y de otra especie de la colección del laboratorio de Entomología y Patología Forestal de la DICIFO, se elaboró una clave para separar a las tres, usando caracteres de fácil observación, que pueda ser útil para cualquier usuario.

CLAVE PARA TRES ESPECIES MEXICANAS DEL GENERO **Enoclerus**.

1. Adultos con cuerpo oval elongado, de 7.5 a 9.5 mm de longitud, y entre 2.5 y 3.5 mm de ancho. Abdomen rojo, patas café rojizas. Banda de color gris cremoso conspicua en el centro de los élitros. Mazo antenal formado por los últimos cuatro segmentos .....**arachnodes**
  
- 1'. Adultos con cuerpo delgado y elongado, de 5.5 a 7.5 mm de longitud y entre 2 y 2.5 mm de ancho. Abdomen negro y patas café o negras. Banda color gris cremoso no en el centro de los élitros. Mazo antenal formado por los últimos tres segmentos.....**2**
  
2. Elitros color café, poco pubescentes. Banda color gris cremoso y delgada cerca del declive de los élitros, patas de color café .....**ablusus**
  
- 2'. Elitros color negro lustroso, pubescentes. Banda color gris cremoso, irregular, pero conspicua, en el declive de los élitros, patas de color negro.....**erro**

### 4.3. Ciclo de vida en el campo.

#### 4.3.1. Determinación de especies de cléridos.

Las especies de depredadores de la familia Cleridae que se encontraron asociadas con **Dendroctonus mexicanus** en el lugar de estudio fueron **Enoclerus arachnodes** y **Enoclerus erro**.

Esta determinación se realizó mediante una comparación con especies correctamente identificadas, que se encuentran en la colección del laboratorio de Entomología y con las descripciones hechas por Barr (1976, 1978).

Para el estudio del ciclo de vida de estas especies se tomaron en cuenta dos periodos de muestreo; en el primer periodo se trabajó con doce árboles, tomando un total de 576 muestras de corteza y en el segundo se trabajó con seis árboles, tomando 324 muestras.

El total de muestras utilizadas fueron 900, pero para cada periodo, fueron analizadas independientemente, por tanto, la presentación de resultados se hace en forma separada para ambos.

En los siguientes apartados se presentan los resultados sobre la duración de los ciclos de vida de estos depredadores y del descortezador, hábitos y relaciones entre sus poblaciones; además se mencionan aspectos relacionados con la mortalidad de descortezadores ocasionada por estos depredadores, comparaciones de medias entre niveles de infestación, así como la presencia de otros individuos asociados.

4.3.2. Ciclo de vida para las especies en dos periodos de muestreo.

4.3.2.1. Ciclo de vida y hábitos de **Enoclerus arachnodes**.

#### **Ciclo de vida.**

Para el primer periodo de muestreo, se encontraron larvas de primer instar desde el 10 de abril hasta el 15 de mayo de 1992 (35 días), terminando de aparecer el 29 del mismo mes; las larvas de segundo instar aparecieron desde el 14 de abril hasta el 15 de mayo (31 días), terminando de aparecer el día 29 del mismo mes (Figura 27).

Como puede notarse, el tiempo que requiere una larva de primer instar relativamente fue muy corto ya que se encontraron, casi en el mismo periodo, las larvas de primero y segundo instar, lo que es comparable con datos de laboratorio en que el primer instar fue más corto en relación con el segundo y tercer instar.

Sin embargo, durante más de 35 días hubo larvas de primer instar en las muestras, lo que indicó que la oviposición se prolongó por un periodo similar, aun cuando las oviposiciones no se hayan encontrado.

Las larvas de tercer instar empezaron a aparecer el 24 de abril y abarcaron hasta el 5 de junio (42 días), apareciendo esporádicamente algunos individuos hasta el 25 de junio; las larvas de cuarto instar aparecieron entre el 8 de mayo y el 12 de

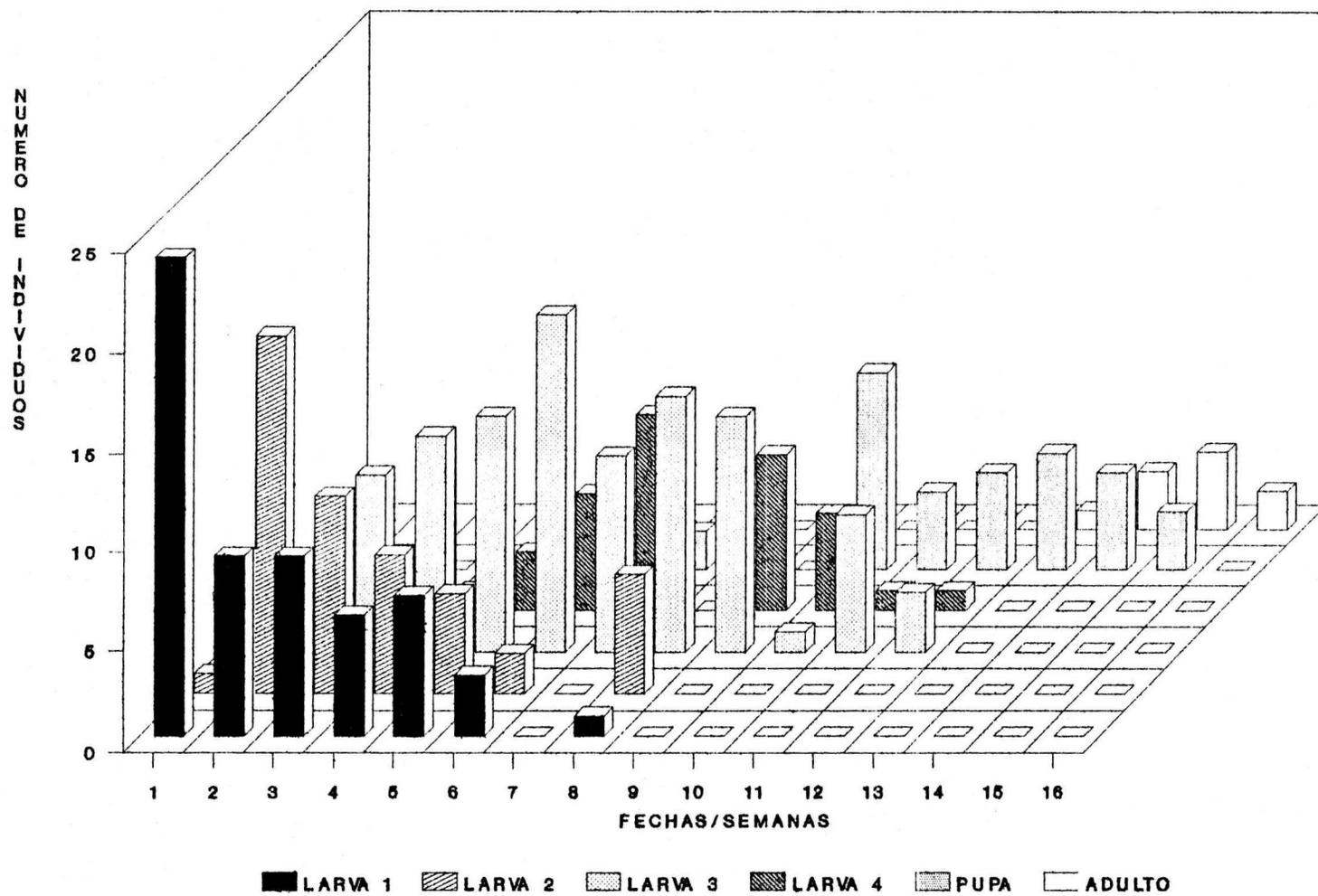


Figura 27. Ciclo de vida de **E. arachnodes** en el primer período de muestreo.

junio (35 días) y casualmente aparecieron individuos hasta el día 25 de ese mes; las pupas aparecieron entre el 12 de junio y el 17 de julio (35 días) y los adultos se encontraron entre el 2 y el 24 de julio (22 días), fecha en que terminó el ciclo de vida.

Las larvas de cuarto instar aparecieron en una proporción de 1:2.71 con respecto a las larvas de tercer instar.

En total se requirieron aproximadamente 112 días para el desarrollo completo de esta primera generación, pero en ese período hubo sobreposición de estados de desarrollo, a pesar de que el tiempo de muestreo en que se encontraron todos estos fue solamente de 16 semanas.

En la segunda etapa del muestreo las larvas de primer instar se encontraron desde el 14 de agosto hasta el 18 de septiembre (35 días); las larvas de segundo instar se encontraron entre el 14 de agosto y el 25 de septiembre (42 días) es decir, que desde la primera fecha de muestreo, se encontraron larvas de primer y segundo instar, ya que se inició el trabajo con aproximadamente una semana y media de retraso (Figura 28).

Las larvas de tercer instar se encontraron entre el 4 de septiembre y el 23 de octubre (49 días), habiéndose encontrado algunos individuos hasta el día 6 de noviembre; las larvas de cuarto instar pudieron encontrarse entre el 25 de septiembre y el 6 de noviembre (42 días); las pupas se encontraron entre el 23 de octubre y el 27 de noviembre (35 días) y los adultos se encontraron entre el 27 de noviembre y el 11 de diciembre (14 días).

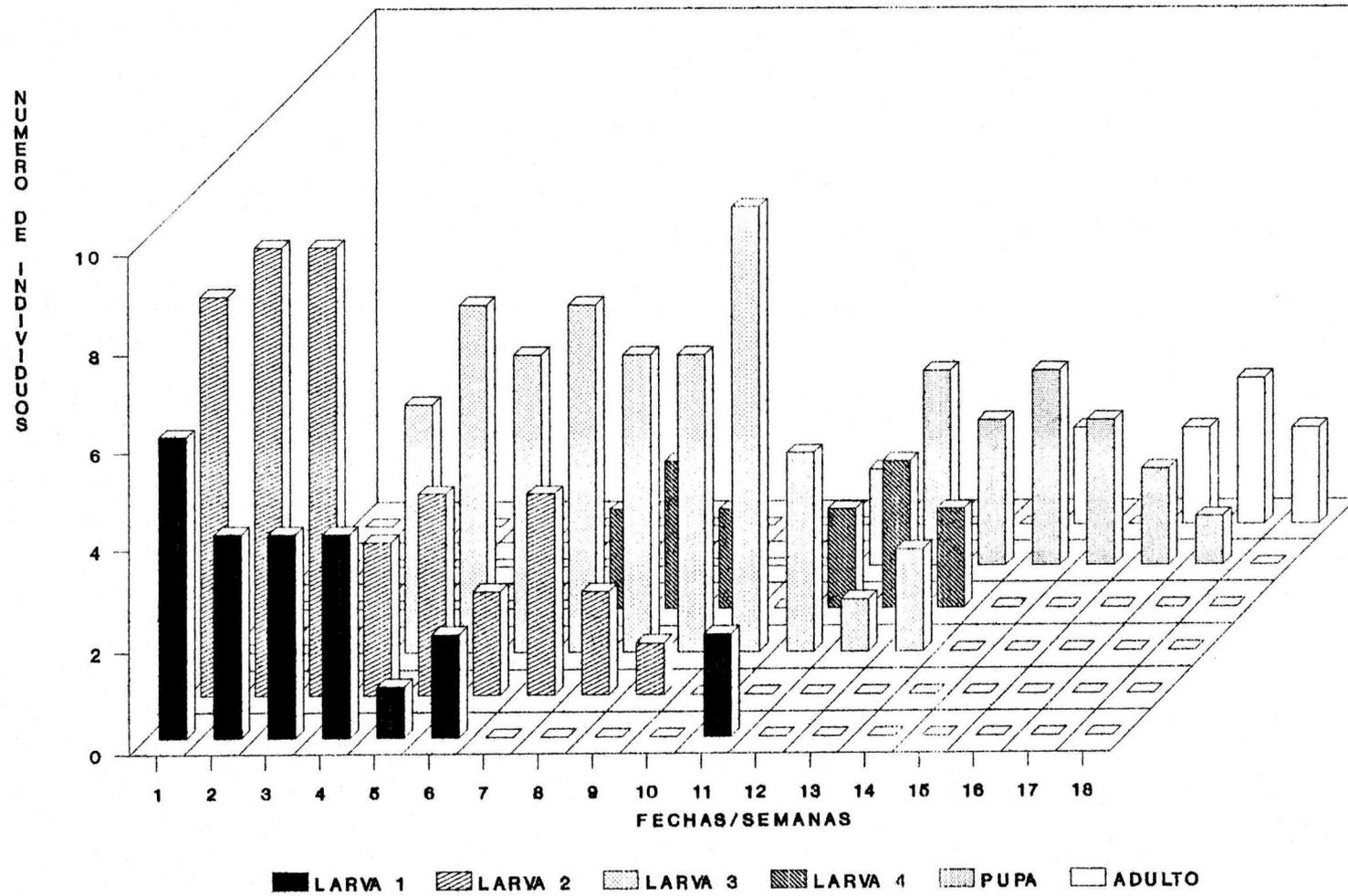


Figura 28. Ciclo de vida de *E. arachnodes* en el segundo período de muestreo.

Las larvas de cuarto instar aparecieron en una proporción de 1:3.8 con respecto a las larvas de tercer instar.

En total se requirieron aproximadamente 126 días para completar esta segunda generación, ya que para encontrar a todos los estados de desarrollo se requirieron de 18 semanas de muestreo.

Como se puede detectar, el segundo periodo fue más largo en 14 días que el primero, sin tomar en cuenta otros 11 días aproximados en que se llegó más tarde respecto al ciclo y con cierta aproximación, puede decirse que la especie tiene entre 2.9 y 3.3 generaciones por año, en el área de estudio.

#### **Hábitos de los individuos.**

Los adultos de *E. arachnodes* arribaron dos días después que los descortezadores iniciaron la infestación y permanecieron entre cuatro y cinco días en los árboles atacados, durante los cuales se aparearon y ovipositaron; es posible que los adultos pudieran seguir llegando a estos árboles en las siguientes semanas; ésto se menciona porque hubo larvas de primer instar durante aproximadamente 45 días después del ataque.

Los adultos siempre se encontraron en la superficie de la corteza moviéndose cerca de los orificios de entrada de los descortezadores buscando a sus presas. Adoptaron una posición inmóvil al momento de detectar el peligro y aprovecharon la ocasión para esconderse entre las grietas de la corteza, lo que es facilitado por su coloración.

Las larvas jóvenes se desplazan por las galerías maternas, alimentándose de huevecillos y larvas de los descortezadores y después de alcanzar un tamaño mediano son capaces de elaborar sus propias galerías en el floema para buscar sus presas. En este trabajo se encontraron pocas ocasiones en donde esto ocurrió, ya que a la mayoría de ellas se les encontró entre las galerías maternas de los descortezadores.

Las larvas maduras se han encontrado en la base de los troncos, en los niveles más bajos o bien se han encontrado en el suelo, ya que tienen la tendencia de emigrar hacia los niveles inferiores cuando llega el momento de pupar, lo que se comprobó al no encontrar pupas, o bien muy pocas larvas de cuarto instar en el tercer nivel de infestación.

Este comportamiento podría ser explicado por algún mecanismo geotrópico que tiene influencia en las larvas, o bien como un mecanismo de escape de los depredadores mayores como los pájaros carpinteros, que por lo general ejercen su acción depredadora en los niveles superiores de los árboles.

Si se toma el grosor de la corteza como factor determinante para este comportamiento, sería dudosa esta consideración, por el hecho de que las pupas siempre se encontraron muy superficialmente en la corteza externa; al raspar entre 4 y 6 capas de escamas, se pudieron ver muy claramente los nichos de pupación y sería posible atribuirlo a que los futuros adultos necesitan estar ubicados más superficialmente para poder emerger, quizás porque sus mandíbulas son menos fuertes que las de las larvas.

#### 4.3.2.2. Ciclo de vida y hábitos de *Enoclerus erro*.

##### Ciclo de vida.

Para el primer período de muestreo se encontraron larvas de primer instar desde el 10 de abril hasta el 8 de mayo (28 días); las larvas de segundo instar aparecieron desde el 14 de abril hasta el 15 de mayo (31 días), terminando de aparecer el 5 de junio; las larvas de tercer instar empezaron a aparecer el 1 de mayo y abarcaron hasta el 19 de junio (49 días); las larvas de cuarto instar aparecieron entre el 5 de junio y el 2 de julio (27 días); las pupas aparecieron entre el 12 de junio y el 2 de julio (20 días) y los adultos se encontraron entre el 9 y el 24 de julio (15 días), fecha en que terminó el ciclo de vida y el primer período de muestreo (Figura 29).

Las larvas de cuarto instar se encontraron en una proporción de 1:3.25 con respecto a las de tercer instar.

La duración total de este ciclo fue de aproximadamente 112 días, ya que se ocuparon 16 semanas de muestreo para encontrar a todos los estados de desarrollo, pero también fue obvia la superposición de estados de desarrollo.

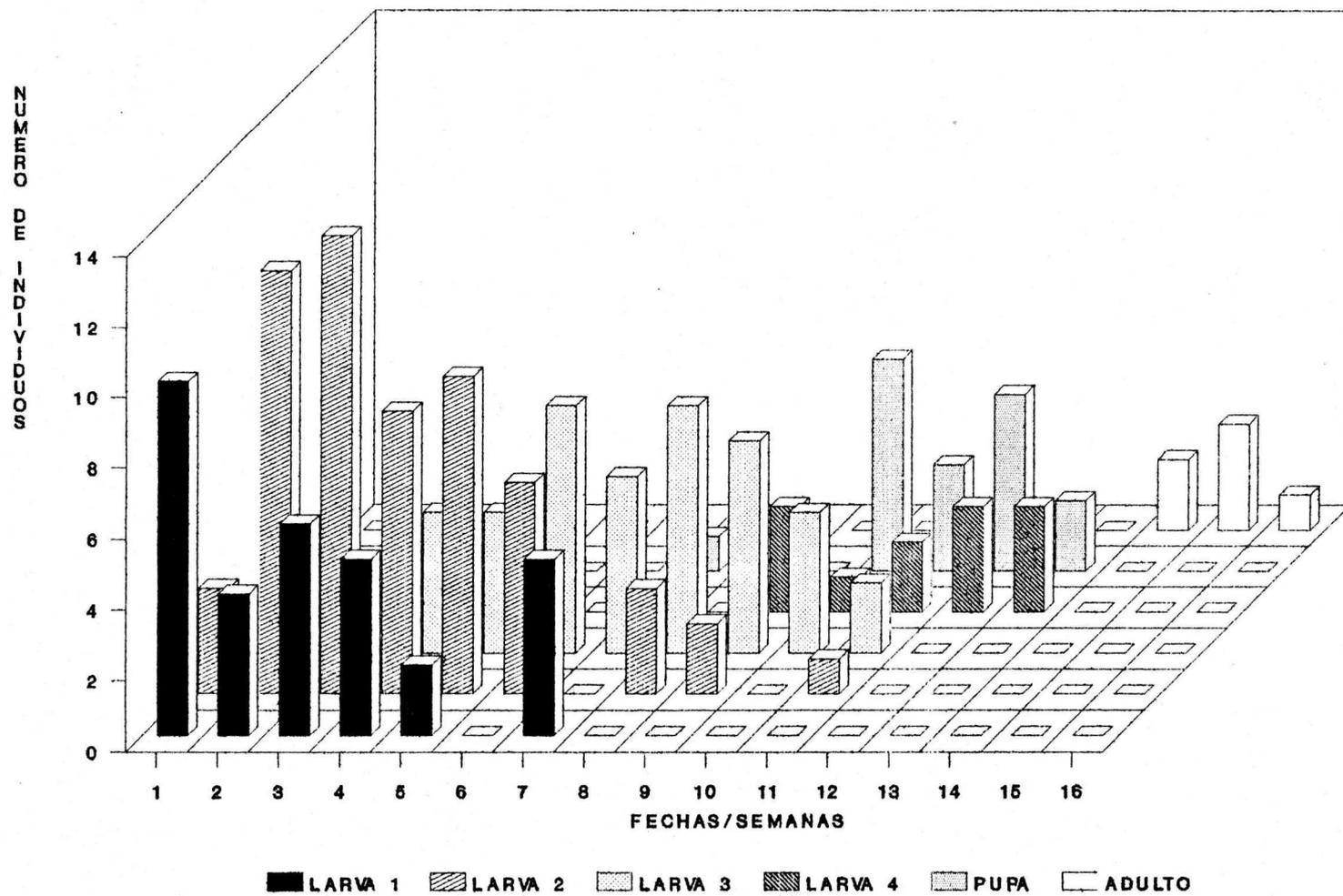


Figura 29. Ciclo de vida de *E. erro* en el primer período de muestreo.

En la segunda etapa se encontraron larvas de primer instar desde el 14 hasta el 28 de agosto (14 días); las larvas de segundo instar se encontraron entre el 14 de agosto y el 25 de septiembre (42 días); las larvas de tercer instar se encontraron entre el 4 de septiembre y el 16 de octubre (42 días), encontrándose, muy esporádicamente, algunos individuos hasta el día 6 de noviembre; las larvas de cuarto instar pudieron encontrarse entre el 16 de octubre y el 6 de noviembre (21 días); las pupas se encontraron desde el 30 de octubre hasta el 4 de diciembre (35 días) y los adultos aparecieron entre el 13 de noviembre y el 11 de diciembre (28 días) (Figura 30).

Las larvas de cuarto instar se encontraron en una proporción de 1:2.63 con respecto a las de tercer instar.

La duración total de este ciclo fue de aproximadamente 126 días, pues se requirieron 18 semanas para encontrar todos los estados de desarrollo, pero es obvio que también hubo sobreposición de estados de desarrollo.

Como puede notarse, tanto con la especie **E. arachnodes** como con **E. erro**, la segunda generación estudiada requirió de más días para completar su desarrollo, debido probablemente a que las temperaturas en el segundo período de muestreo fueron menores que las del primero.

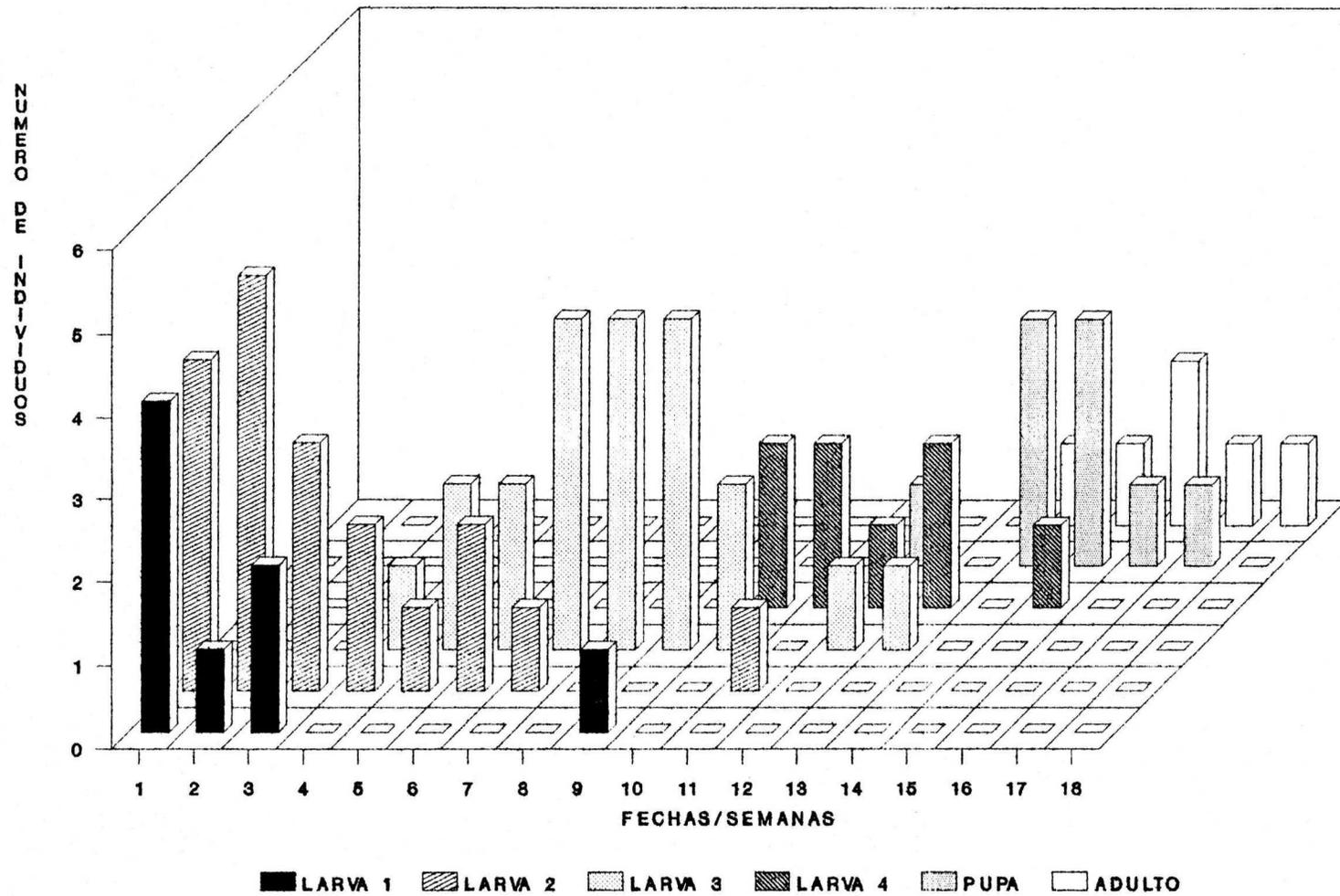


Figura 30. Ciclo de vida de *E. erro* en el segundo período de muestreo.

## Hábitos de los individuos.

Los adultos de **E. erro** llegaron dos días después que los de **E. arachnodes** y permanecieron en el árbol entre cinco y seis días después de su arribo. Mostraron menos agresividad que **E. arachnodes** al momento de copular.

Al igual que la otra especie, mostraron mucha actividad en la superficie de la corteza y por su coloración y tamaño más pequeño son menos perceptibles cuando están en reposo.

Las larvas fueron encontradas en las galerías maternas de los descortezadores y en ninguna ocasión se les encontró haciendo sus propias galerías.

El comportamiento de las larvas al momento de pupar fue similar a las de **E. arachnodes**, pues en los últimos instares éstas tendieron a buscar los niveles inferiores y nunca se encontraron pupas en el tercer nivel de infestación.

### 4.3.2.3. Comparación de ciclos entre las dos especies de depredadores.

Aun cuando el número de semanas en que se realizó el muestreo para las dos especies en los dos períodos es el mismo, es notorio el hecho de que los estados de desarrollo de **E. arachnodes** van adelantados en aproximadamente una semana con respecto a los de **E. erro**.

Aun cuando **E. erro** llega más tarde a los árboles infestados su ciclo llega a concluir en el mismo tiempo que el de **E. arach-**

**nodes**, por el hecho de que también los estados de desarrollo de esta última especie duran más que los de **E. erro**.

Por otra parte, para los dos períodos también hubo diferencias en cuanto a la longitud, ya que para la primera etapa se muestreó durante 16 semanas hasta encontrar a los nuevos adultos, mientras que para la segunda se tuvo que muestrear durante 18 semanas hasta encontrar a los adultos.

Además, habrá que tomar en cuenta que en el segundo período ya no se encontraron huevecillos ni larvas de primer instar del descortezador, lo que indica que el ciclo general del descortezador debió iniciar cuando menos una semana antes, por lo cual los depredadores debieron llegar antes también y este ciclo podría comprender entre 19 y 20 semanas.

La diferencia encontrada en la longitud de los dos ciclos puede estar atribuida a que el primer período comprendió los meses más cálidos del año que van entre abril y julio, mientras que el segundo comprendió los meses entre agosto y principios de diciembre, que aunque no son completamente fríos, difieren en cuanto a las temperaturas que prevalecen en ese período con respecto a las del anterior.

#### 4.3.2.4. Ciclo de vida del descortezador.

La primera etapa del muestreo el ciclo de vida de los descortezadores comprendió desde el 10 hasta el 24 de abril para el estado de huevecillo (14 días) desde el 10 de abril hasta el 8 de mayo para las larvas de primer instar (28 días) desde el 10 de

abril hasta el 22 de mayo para las larvas de segundo instar (42 días) desde el 14 de abril hasta el 19 de junio para las larvas de tercer instar (66 días) desde el 8 de mayo hasta el 2 de julio para las larvas de cuarto instar (55 días) desde el 8 de mayo hasta el 9 de julio para el estado de pupa (62 días) desde el 22 de mayo hasta el 24 de julio (63 días) para el estado de preimago y adulto, fecha en que concluyó el ciclo y el primer período de muestreo (Figura 31).

El tiempo aproximado del ciclo fue de 112 días, ya que durante 16 semanas se pudieron encontrar todos los estados de desarrollo de la plaga y en este caso fue mucho más notoria la sobreposición de estados de desarrollo por sobreposición de generaciones.

Para la segunda etapa, se tuvo el inconveniente de no encontrar huevecillos ni larvas de primer instar, encontrándose las larvas de segundo instar entre el 14 de agosto y el 4 de septiembre (21 días); las larvas de tercer instar se encontraron entre el 14 de agosto y el 6 de noviembre (84 días); las larvas de cuarto instar aparecieron el 11 de septiembre y se encontraron hasta el 6 de noviembre (56 días); el estado de pupa se encontró entre el 11 de septiembre y el 13 de noviembre (63 días); los preimagos y adultos se encontraron entre el 9 de octubre y el 11 de diciembre (63 días) (Figura 32).

El tiempo aproximado de duración de este ciclo fue de 126 días o más, ya que durante 18 semanas se encontraron los estados de desarrollo desde larva de segundo instar hasta adulto, hacien-

do la mención de que al no haber encontrado los estados de huevecillo y larva de primer instar, el tiempo total del ciclo debió comprender entre 19 y 20 semanas.

De esta determinación de la duración del ciclo de vida del descortezador en dos etapas de muestreo, se deduce que la plaga también presenta entre 2.9 y 3.3 generaciones por año en el área de estudio.

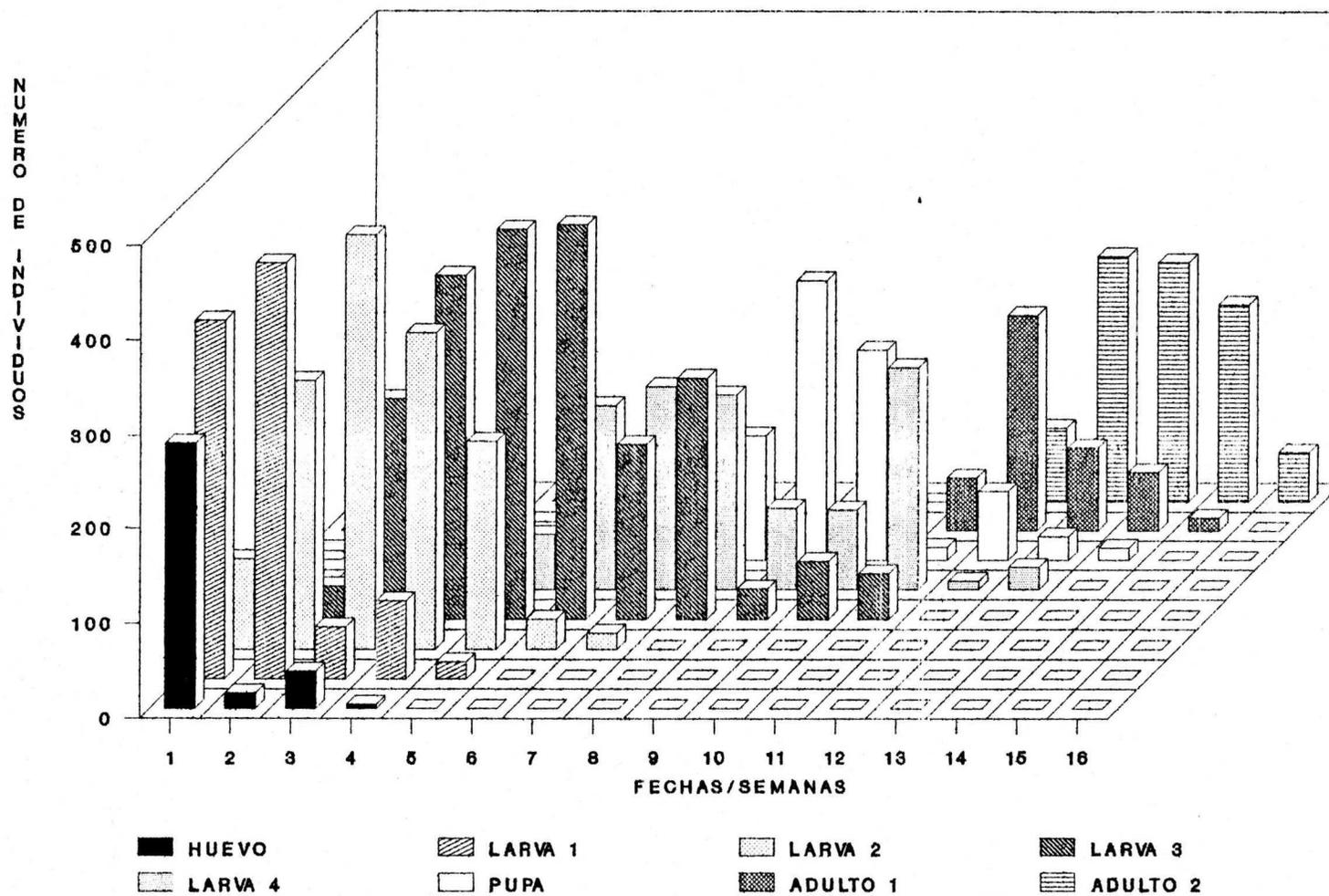


Figura 31. Ciclo de vida de *D. mexicanus* en el primer período de muestreo.

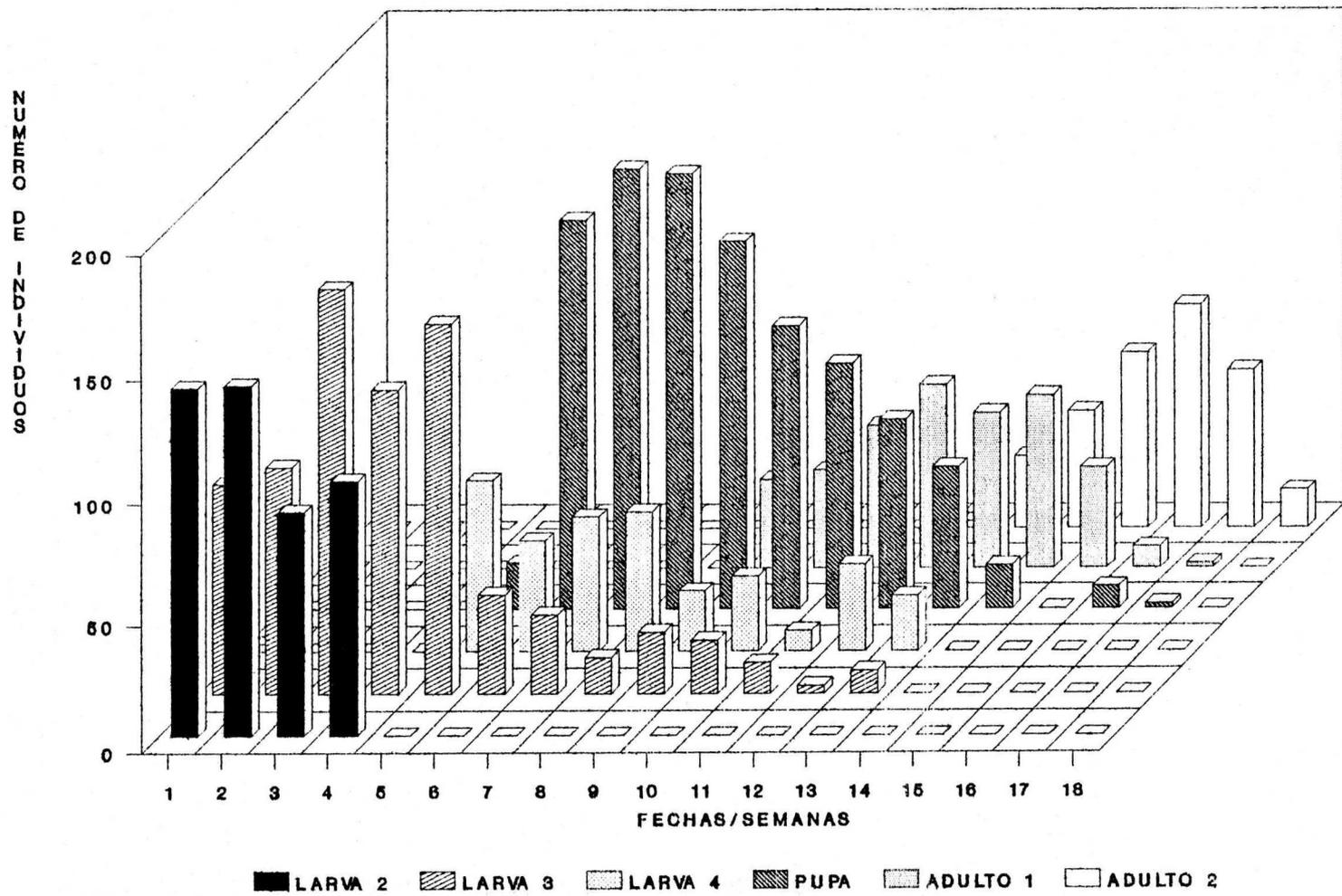


Figura 32. Ciclo de vida de *D. mexicanus* en el segundo período de muestreo.

#### 4.3.2.5. Relaciones de las dos especies de depredadores con el descortezador.

##### **Relación de ciclos de vida.**

Puede decirse en una primera aproximación que el ciclo de vida de los depredadores comprende entre cuatro y cinco meses y que está sincronizado con el ciclo de vida de los descortezadores, que tuvo esta misma duración y lleva a concluir que en el año pueden haber cuando menos tres generaciones de las especies.

Es notorio como los estados de desarrollo para las tres especies se presentaron en forma casi simultánea y concluyeron con pocos días de diferencia.

Las Figuras 33 y 34 muestran la trayectoria del desarrollo por cada uno de los estados de las especies y se puede observar que no hay mucha diferencia en la tendencia de cada uno de ellos por cada especie con respecto a las demás.

Sin embargo, no debe dejar de mencionarse que el descortezador va adelante en aproximadamente dos semanas con sus estados de desarrollo con respecto a sus depredadores, lo cual no es limitante para estos últimos, pues sus larvas pueden devorar desde los huevecillos hasta los preimagos de sus presas.

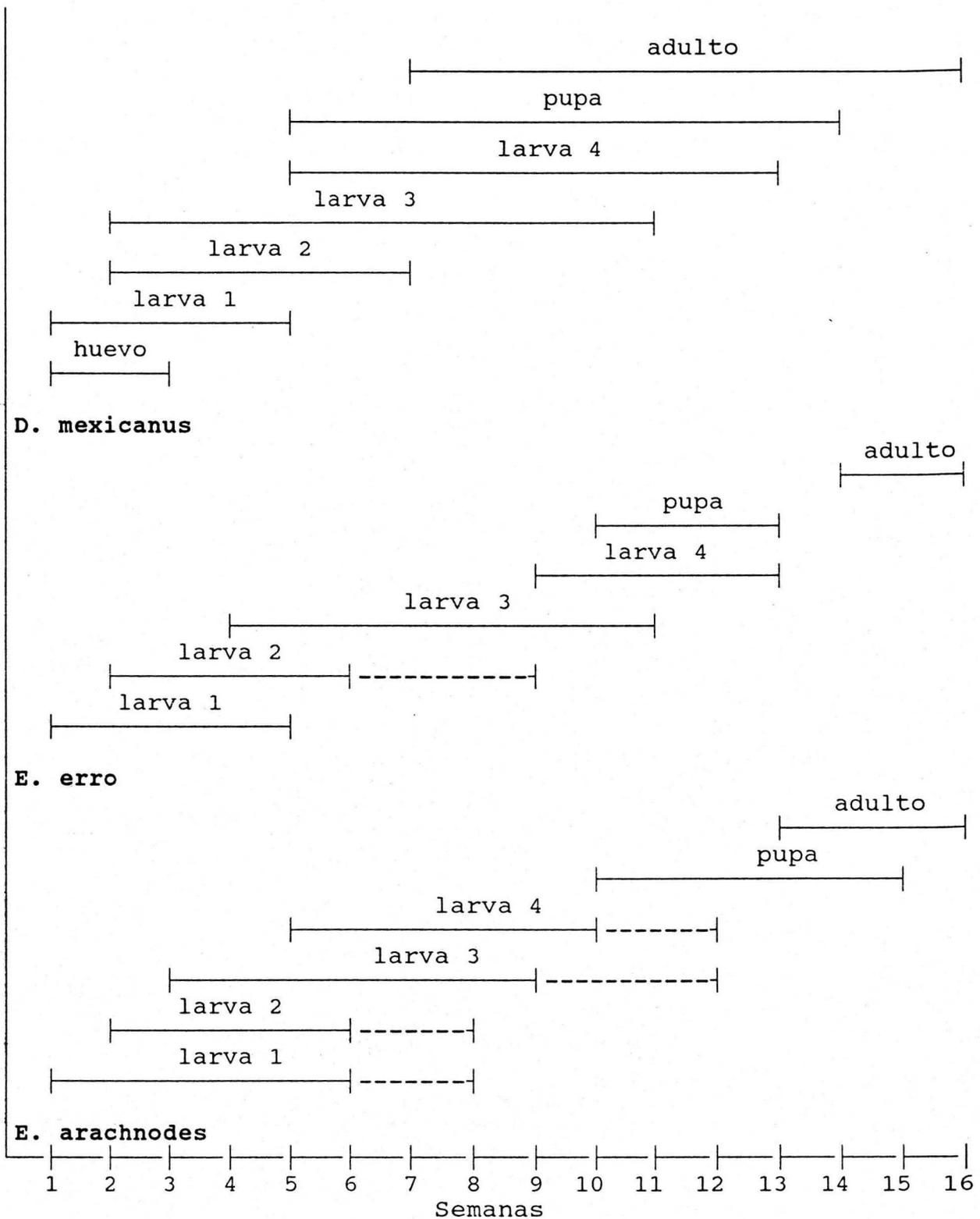


Figura 33. Duración de los estados de desarrollo de los depredadores y descortezadores en el primer periodo de muestreo.

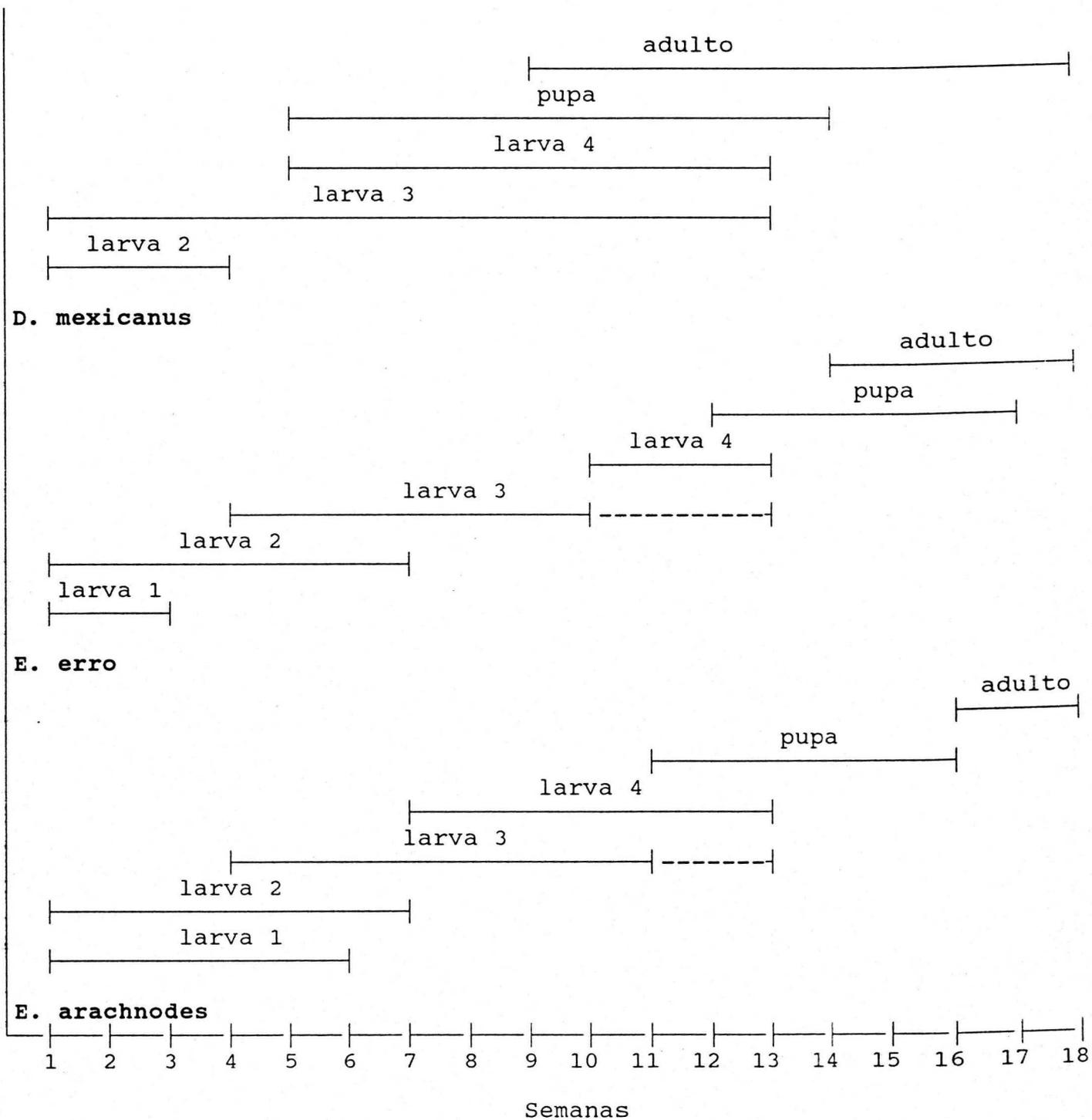


Figura 34. Duración de los estados de desarrollo de los depredadores y descortezadores en el segundo periodo de muestreo.

## Relación de poblaciones.

Se estableció una relación numérica entre la población de descortezadores y la población de sus depredadores, bajo la hipótesis de que la abundancia de los depredadores está directamente relacionada con la de su presa, lo que permitió fundamentar el uso de una correlación lineal simple como primera aproximación.

Se tomó como variable dependiente la población de los depredadores y como variable independiente la de los descortezadores, con los datos encontrados durante todo el ciclo en cada nivel de infestación y por la totalidad de los árboles.

Inicialmente se trabajó con las muestras originales de 100 cm<sup>2</sup>, pero los índices de correlación resultaron tan bajos que se decidió utilizar una muestra acumulada de 1200 cm<sup>2</sup>, correspondiente a la suma de las muestras por niveles, arrojando índices de correlación mayores.

La razón de la baja correlación en las muestras pequeñas pudo estar dada por la baja probabilidad de encontrar un depredador en un tamaño de muestra como tal, ya que según los datos se encontró como promedio 0.49 larvas de **Enoclerus arachnodes** y 0.25 larvas de **E. erro** en ese tamaño de muestra.

Cuando se realizó la comparación con los totales de las poblaciones de los árboles, la correlación fue alta por tratarse de un número elevado de muestras y la probabilidad de encontrar a las larvas fue mayor respecto a las muestras por nivel, que representan un tercio de la muestra total (Cuadro 13).

Por otra parte, al hacer la comparación en los niveles, se detectó que para el primer nivel de infestación existe poca correlación entre la población de depredadores y su presa, mientras que para los niveles dos y tres hubo una correlación mayor.

La posible explicación de la baja correlación en el nivel uno fue que la relación entre las dos variables se hizo conforme la población fue variando en las fechas, mismas que se usaron como unidades muestrales; es decir como unidad muestral se consideró a la suma de individuos encontrados en las muestras en cada fecha.

Cabe recordar la tendencia que adoptan las larvas maduras de los depredadores de emigrar hacia los niveles inferiores cuando van a pupar y por decirlo así, mientras la población de descortezadores fue bajando en ese nivel, hasta cierto punto, la población de los depredadores fue subiendo en el nivel debido a ese comportamiento.

Podría decirse entonces que una relación que en un principio fue directamente proporcional, posteriormente, con el desplazamiento de las larvas hacia el nivel inferior, se volvió inversamente proporcional.

Por otra parte, para **E. erro** los índices de correlación encontrados fueron menores que los de **E. arachnodes**, tomando en cuenta que la población de **E. erro** siempre fue menor que la de **E. arachnodes**.

Al trabajar con la suma de las dos especies de depredadores como variable dependiente, los resultados fueron mejores en la correlación, por cuanto la población fue mayor.

Cuadro 13. Indices de correlación  $r^2$  encontrados al relacionar las variables población de depredadores y población de descortezadores.

	PERIODO 1	PERIODO 2
ARACHNODES=DESCORTEZADORES		
NIVEL 1	0.27	0.04
NIVEL 2	0.59	0.54
NIVEL 3	0.40	0.72
TOTAL	0.88	0.83
ERRO=DESCORTEZADORES		
NIVEL 1	0.14	0.0006
NIVEL 2	0.58	0.15
NIVEL 3	0.57	0.5
TOTAL	0.84	0.34
ARACHNODES+ERRO=DESCORTEZADORES		
NIVEL 1	0.28	0.027
NIVEL 2	0.65	0.51
NIVEL 3	0.55	0.71
TOTAL	0.89	0.8

**Estimación de mortalidad de descortezadores causada por los depredadores.**

Como punto de partida para esta estimación se calculó la mortalidad total de descortezadores con base en la diferencia encontrada entre los nichos de oviposición y la población de adultos existente más los orificios de salida, tomando esta última variable como población sobreviviente de descortezadores que se fueron a infestar a otros árboles (Cuadro 14).

En esta parte, se consideró a la emigración y la inmigración de los individuos como equivalentes, asumiendo un equilibrio de las poblaciones en cualquier punto de muestreo.

Cuadro 14. Mortalidad de descortezadores en dos periodos de muestreo.

	NICHOS DE OVIP.	POBLACION DESC.	ORIFICIOS DE SALIDA	POBL. TOTAL	MORTALIDAD TOTAL	%
PER 1	26544	1361	831	2192	24352	91.7
PER 2	13909	722	575	1297	12612	90.7

Por otra parte, con los datos de consumo de los depredadores criados en el laboratorio a una temperatura de 17°C, se hizo la inferencia sobre la mortalidad estimada causada por éstos en la población de descortezadores en el campo. Se utilizó el consumo obtenido a la temperatura de 17°C por ser la que más se aproxima a las condiciones de campo.

La estimación se hizo tomando en cuenta la cantidad de larvas de descortezadores consumidas por las larvas de los depredadores para pasar de un instar larval a otro (Cuadro 15).

Con los datos del laboratorio se determinó que una larva de depredador de primer instar de **E. arachnodes** necesitó 21.2 larvas o pupas de descortezador para pasar a un segundo instar. Bajo esas condiciones, sucesivamente necesita 35.5 para pasar a tercer instar, 22.2 para pasar a cuarto y 16.5 para pasar al estado de pupa. En total, una larva de **E. arachnodes** requiere de 95.4 larvas o pupas de **D. mexicanus** para alcanzar el estado de pupa. Lo mismo sucede para el consumo medio de **E. erro**.

Cuadro 15. Consumo medio de depredadores criados en laboratorio a una temperatura de 17°C.

ESPECIE	INSTAR				TOTAL
	L1	L2	L3	L4	
<b>E. arachnodes</b>	21.2	35.5	22.2	16.5	95.4
<b>E. erro</b>	13.1	17.4	12.2	4.83	47.53

Con los estimadores de consumo encontrados en el laboratorio se hizo una extrapolación en las larvas, pupas y adultos de los depredadores encontrados en el campo. Dicha extrapolación se hizo de la siguiente manera:

Si se encontró una larva de depredador de tercer instar que apenas se estaba desarrollando, se le asignó el consumo de larvas de descortezador correspondiente a la acumulación de larvas consumidas durante el primero y segundo instar y así sucesivamente. Según el estado de desarrollo encontrado de algún depredador se le asignó el consumo acumulado obtenido en el laboratorio para llegar a dicho estado.

En el Cuadro 16 se puede ver la significancia de los depredadores de la familia Cleridae dentro del componente árbol, pues con base en la estimación hecha, estos insectos pueden causar entre el 69.7 y 76% de la mortalidad total de los descortezadores, siendo las larvas de segundo y tercer instar las que causan la mayor proporción.

Cuadro 16. Depredadores encontrados en dos períodos de muestreo y estimación de su consumo en campo.

	LI	LII	LIII	LIV	PUPAS	ADULTOS	TOTAL ESTIMADO	PORCENTAJE SOBRE LA MORTALIDAD TOTAL	
PERIODO 1									
		1/				2/			
E. arachnodes (NI)	59	49	95	35	35	10			
consumo estimado		x 21.2	x 56.7	x 78.9	x 95.4	x 95.4			
para llegar a ese estado		1038.8	5386.5	2761.5	3339.0	954	13479.8	13479.8/24352	55.2%
E. erro (NI)	32	57	39	12	17	6			
consumo estimado		x 13.1	x 30.5	x 42.7	x 47.53	x 47.53			
para llegar a ese estado		746.7	1189.5	512.4	808.01	285.18	3541.79	3541.79/24352	14.5%
TOTAL ESTIMADO POR LAS DOS ESPECIES							17021.59	17021.59/24352	69.7%
PERIODO 2									
E. arachnodes (NI)	23	42	53	14	19	9			
consumo estimado		x 21.2	x 56.7	x 78.9	x 95.4	y 95.4			
para llegar a ese estado		890.4	3005.1	1104.6	1812.6	858.6	7671.3	7671.3/12612	61%
E. erro (NI)	8	19	21	8	9	6			
consumo estimado		x 13.1	x 30.5	x 42.7	x 47.53	47.53			
para llegar a ese estado		248.9	640.5	341.6	427.77	285.18	1943.95	1943.95/12612	15%
TOTAL ESTIMADO POR LAS DOS ESPECIES							9615.25	9615.25/12612	76%

(NI)= Número de individuos encontrados por estados de desarrollo.

- 1/ En este estadio no se menciona el consumo porque se desconocía en qué etapa del desarrollo estaban las larvas capturadas.
- 2/ El consumo que aparece es del estado o estadio inmediato anterior y fue el necesario para que los depredadores llegaran al estado indicado, con excepción del estado adulto.

Es relevante el papel de *Enoclerus arachnodes*, ya que su capacidad de consumo es casi cuatro veces mayor que la de *E. erro* y si se considera el potencial de depredación de sus larvas, la mortalidad causada por esta especie puede oscilar entre el 55.2 y el 61 % de la mortalidad total. Esto puede estar relacionado con el tamaño de las especies y con la agresividad que presentan.

Para el caso de *E. erro*, tomando en cuenta el potencial de depredación de sus larvas, la mortalidad causada por esta especie puede oscilar entre 14.5 y 15 % de la mortalidad total de descortezadores.

Por otra parte, es probable que la mortalidad haya sido subestimada, pues en esta determinación no ha sido tomada en cuenta la capacidad de depredación futura de las larvas que se encontraron.

Como puede verse, es importante el papel que juegan los depredadores de la familia Cleridae, ya que su potencial como agente de control biológico está demostrado por la alta capacidad de consumo que se detectó en el laboratorio, sobre todo en su estado larval y por la mortalidad estimada que causó en el campo.

Si bien es cierto que dentro de la tasa de mortalidad total pudieron haber otros agentes depredadores, éstos no pudieron tener mucha significancia, dado que la población predominante de enemigos naturales siempre fue la de las dos especies de depredadores estudiados.

#### 4.3.2.6. Supervivencia de depredadores.

Aquí se mencionan las tendencias que experimentaron las poblaciones acumuladas de los depredadores en el transcurso de los dos periodos de muestreo; esas fluctuaciones fueron casi constantes y la supervivencia de ellos se manifestó en la población remanente al final de cada periodo de muestreo.

Las pupas y los adultos encontrados fueron considerados como la población sobreviviente de todos los individuos en forma larval, que se encontraron durante el transcurso de cada periodo de muestreo. Se tomaron las pupas como población sobreviviente por el hecho de que este estado de desarrollo presenta altas posibilidades de pasar al estado adulto. Las larvas encontradas, en todos sus instares, se tomaron como la población original, debido a que antes fueron huevecillos de una población total inicial (Anexo 10).

En el primer periodo de muestreo, la población remanente de **E. arachnodes** fue de 45 individuos, entre adultos y pupas, de un total inicial de 238 larvas, que representa un 18.9% de supervivencia, mientras que la población remanente de **E. erro** fue de 23 individuos, de un total de 140 larvas, lo que representa un 16.4% de supervivencia (Figura 35).

En el segundo periodo, la población final de **E. arachnodes** fue de 28 individuos, de un total de 132 larvas y representa un 21.2% de supervivencia, mientras que la población final de **E. erro**, fue de 15 individuos, de un total de 56 larvas, lo que representa un 26.8% de supervivencia (Figura 36).

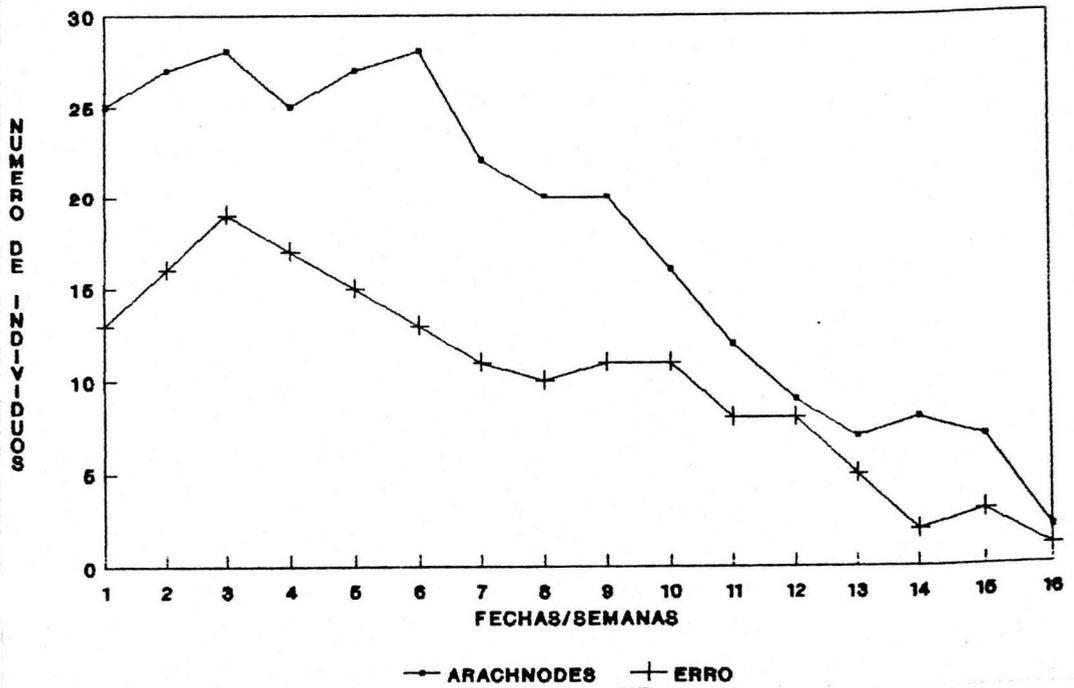


Figura 35. Curva de supervivencia total de los depredadores en el primer periodo de muestreo.

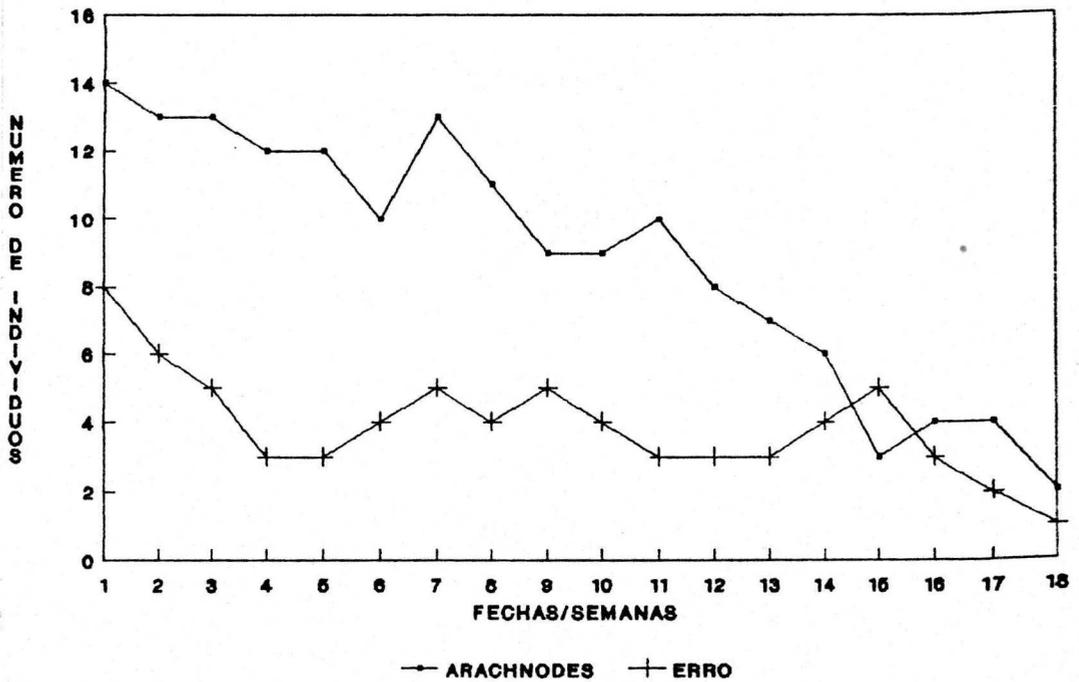


Figura 36. Curva de supervivencia total de los depredadores en el segundo periodo de muestreo.

Por otra parte, la supervivencia en cada nivel de infestación, expresada por número de individuos encontrados, es afectada por el comportamiento de las larvas al emigrar hacia el nivel inferior al momento de pupar.

Las Figuras 37, 38 y 39 muestran la curva de supervivencia de los depredadores en los tres niveles de infestación para los dos períodos de muestreo.

En el nivel uno de infestación puede notarse un incremento de las poblaciones entre 5 y 6 semanas antes de concluir el ciclo, seguido de una declinación, lo cual se atribuye al fenómeno de emigración de las larvas maduras hacia el nivel inferior en el período prepupal; la posterior declinación es atribuida a los factores naturales de mortalidad. Las fechas de incremento en el nivel uno tienen cierta coincidencia con la fechas de declinación en el nivel tres.

La curva de supervivencia en el nivel dos tuvo un comportamiento bastante regular. En este nivel no se detectaron eventos relevantes en cuanto a la emigración de las larvas, ya que aun cuando sí hubo tendencia de éstas a bajar al nivel inferior, ésto sucedió en menos proporción que en el nivel tres y por otra parte, sucedió más tarde.

Como puede verse, en la figura que representa el nivel tres de infestación, a partir de cierta fecha, la población de depredadores declina significativamente, obedeciendo al comportamiento que asumen las larvas de emigrar hacia los niveles inferiores para pupar.

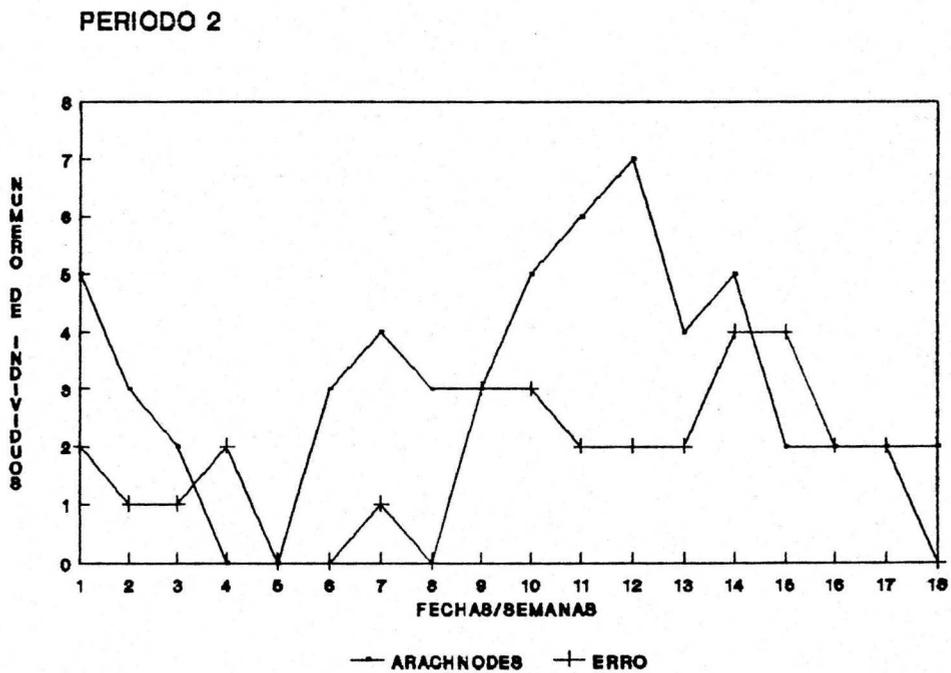
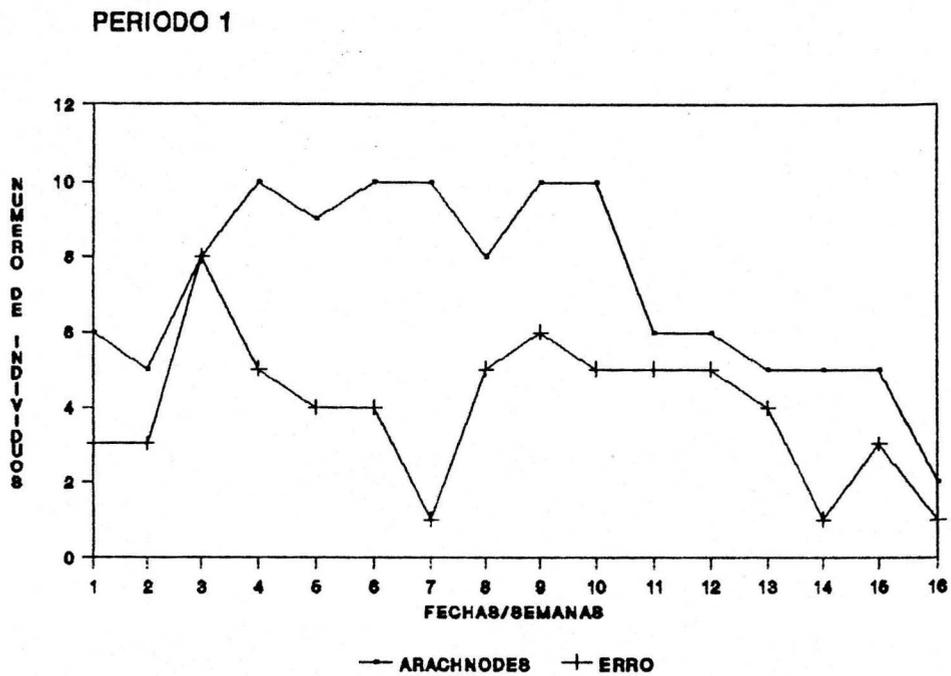
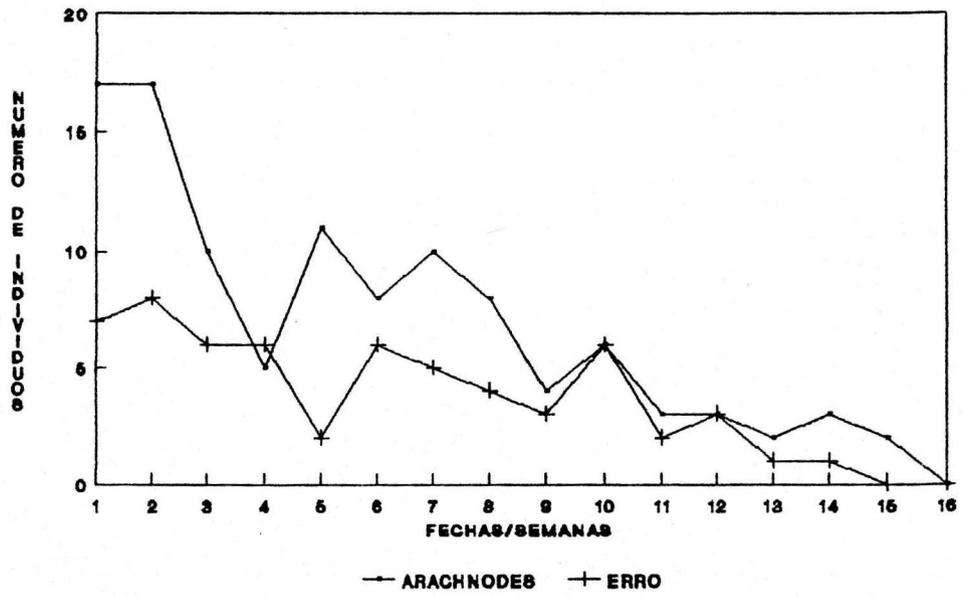


Figura 37. Curvas de supervivencia de los depredadores en dos periodos de muestreo para el nivel uno de infestación.

PERIODO 1



PERIODO 2

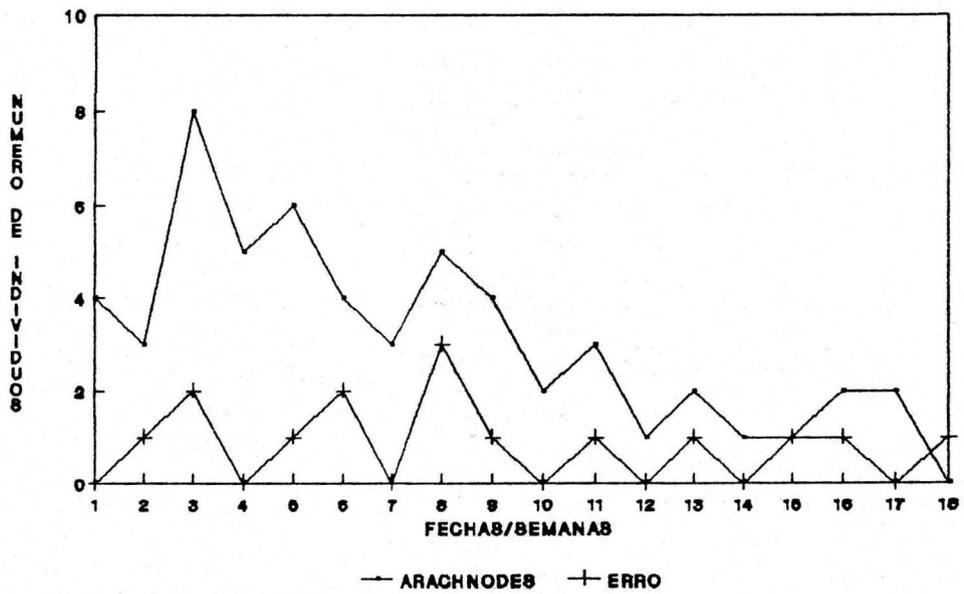


Figura 38. Curvas de supervivencia de los depredadores en dos periodos de muestreo para el nivel dos de infestación.

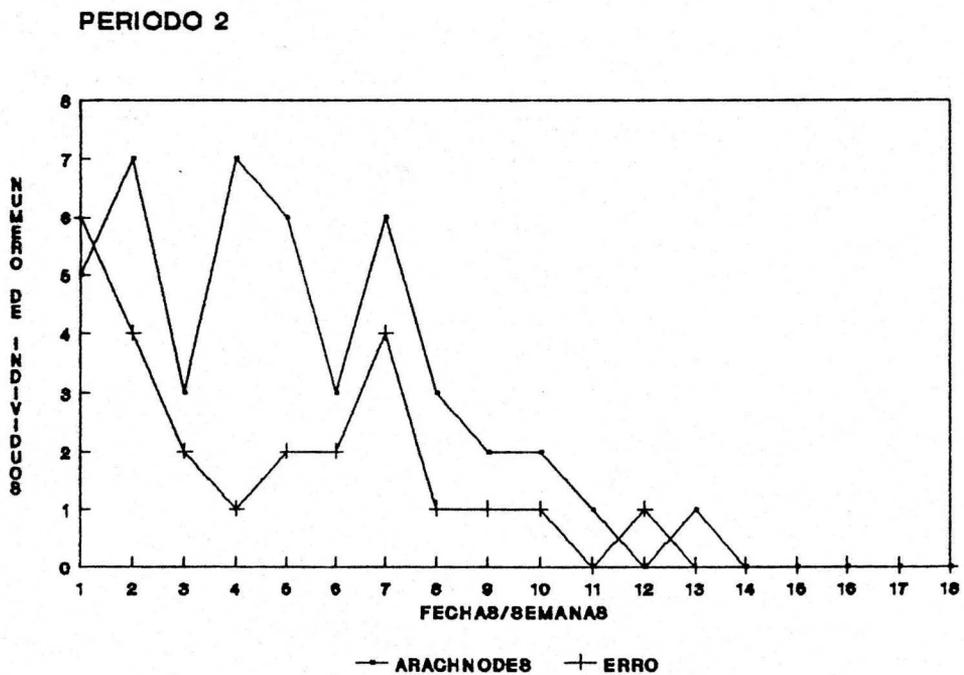
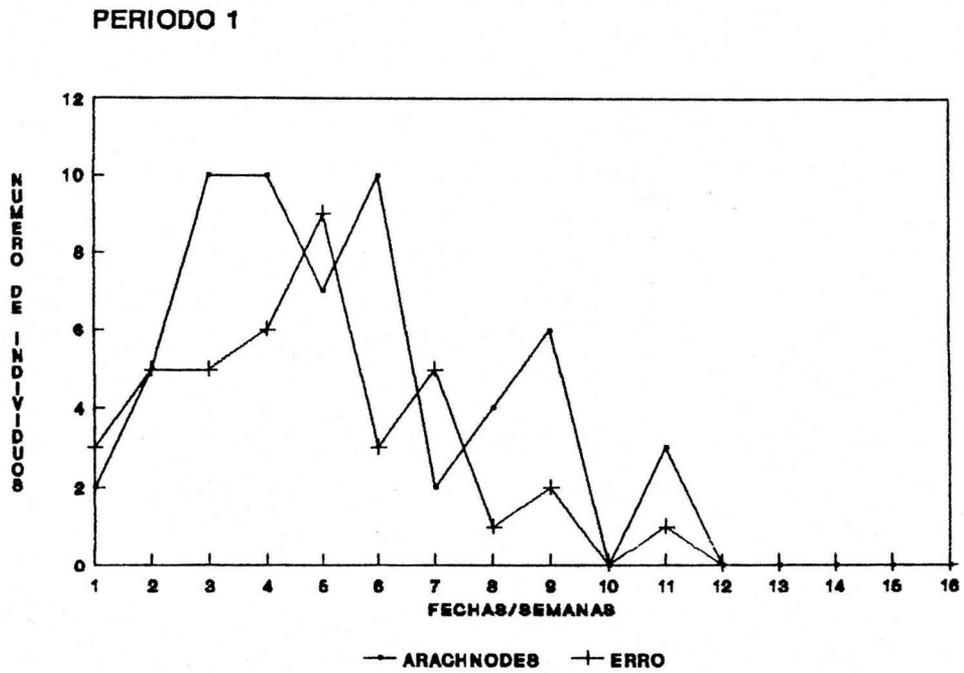


Figura 39. Curvas de supervivencia de los depredadores en dos periodos de muestreo para el nivel tres de infestación.

#### 4.3.3. Comparación de las poblaciones en los tres niveles de infestación.

Como parte principal de este trabajo se compararon las medias de las poblaciones para las tres especies por separado, para determinar si los insectos muestran preferencia definida por alguna de las partes de la longitud infestada.

Para ello se hizo un análisis de varianza con un modelo que tuvo como variable dependiente el número de individuos (V) de la especie en interés encontrados en una muestra; la variable independiente estuvo conformada por las fechas de muestreo (F) y los niveles de infestación (N).

$$V = M + F + N + E_{ij}$$

Junto con el análisis de varianza también se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, para detectar las diferencias entre las medias. Este análisis se hizo con el procedimiento ANOVA de SAS.

Cabe aclarar que de principio se hizo el análisis de varianza con todas las fechas de muestreo en conjunto, sin tomar en cuenta la variación por las fluctuaciones de las poblaciones dado el comportamiento de los individuos.

Los resultados encontrados en esta primera comparación se detallan a continuación:

Para descortezadores en el primer periodo, hubo diferencia significativa solamente entre las fechas de muestreo, mientras que no se detectaron diferencias entre niveles.

Para el periodo dos se detectaron diferencias entre las variables y hablando en particular de los niveles de infestación, los insectos mostraron preferencia por los niveles dos y tres, mientras que el nivel uno presentó el menor número de individuos.

Para *E. arachnodes*, en el periodo uno, las fechas fueron significativas, pero no hubo diferencias entre los niveles. En el periodo dos, no hubo diferencias entre las variables.

Para *E. erro* en el primer periodo hubo diferencias solamente entre las fechas y no las hubo entre niveles de infestación; por otra parte, en el periodo dos no se detectaron diferencias entre ninguna de las variables.

Algo importante de mencionar es que siempre se encontraron diferencias entre las fechas de muestreo, por las fluctuaciones que las poblaciones experimentan conforme pasa el tiempo.

Sin embargo, los resultados pueden ser contradictorios con las referencias sobre los hábitos de los depredadores, de emigrar hacia los niveles inferiores, al momento de pupar.

Ante esa situación, se optó por hacer las comparaciones de medias de las poblaciones por grupos de fechas continuas, con el objetivo de tener una población más uniforme y para disminuir el efecto de este comportamiento.

Los dos periodos de muestreo fueron divididos por grupos de fechas continuas de la siguiente manera:

Período 1	Fechas que comprende
Grupo 1	Abril 10 - Mayo 1
Grupo 2	Mayo 8 - Mayo 29
Grupo 3	Junio 5 - Junio 25
Grupo 4	Julio 2 - Julio 24

Período 2

Grupo 1	Agosto 14 - Septiembre 11
Grupo 2	Septiembre 18 - Octubre 16
Grupo 3	Octubre 23 - Noviembre 13
Grupo 4	Noviembre 20 - Diciembre 11

Los resultados de este segundo análisis se presentan a continuación:

Primer periodo.

Para el grupo uno no hubo diferencias significativas ni entre fechas ni entre niveles para la población de los descortezadores, mientras que para **E. arachnodes** hubo diferencias entre los niveles, mostrando preferencia por el nivel dos de infestación; no hubo diferencias entre fechas. Para la especie **E. erro** no se detectaron diferencias para ninguna de las variables.

En el grupo dos no se detectaron diferencias ente ninguna de las variables para ninguna de las especies.

En el grupo tres no se detectaron diferencias ni entre fechas ni entre niveles para la población de descortezadores; por otra parte, para la población de los depredadores de ambas especies se detectaron diferencias entre los niveles, habiendo un número mayor en el nivel uno de infestación y menor población en el nivel tres, lo que refleja el comportamiento migratorio que asumen éstos en determinado periodo de su ciclo. Para la varia-

ble fecha no se detectaron diferencias significativas entre las poblaciones de depredadores.

Para el grupo cuatro hubo diferencias entre las fechas para la población de descortezadores, por el simple hecho de que las poblaciones están emergiendo para infestar otros árboles, aun cuando no se detectaron diferencias entre los niveles.

Con la población de depredadores no se encontraron diferencias entre las fechas, pero si entre los niveles para la especie **E. arachnodes**. Esto no sucedió con **E. erro**, posiblemente porque la población de esta especie fue muy baja y a estas fechas no fue significativa su presencia en ningún nivel de infestación.

Segundo período.

Para el grupo uno se detectaron diferencias entre fechas para la población de descortezadores, posiblemente por el hecho de que la población se estaba estableciendo y también se detectaron diferencias entre los niveles, con más altos promedios en el nivel tres, seguido del nivel dos y luego el nivel uno.

Para los depredadores sólo hubo diferencia significativa entre niveles para la especie **E. arachnodes** y el nivel tres tuvo mayores promedios de población, asumiendo que también sus presas se encontraron mayormente concentradas en ese nivel; la especie **E. erro** no mostró diferencias significativas ni entre fechas ni entre niveles.

Para el grupo dos no hubo diferencias entre ninguna de las variables para ninguna de las especies.

Para el grupo tres hubo diferencias entre fechas y entre niveles para los descortezadores, quizás porque en estas fechas empezaron a emerger los adultos; para los depredadores de ambas especies hubo diferencias solamente entre los niveles, siendo el nivel uno el que tuvo mayor promedio de individuos, atribuido siempre al desplazamiento de las larvas hacia los niveles inferiores antes de pupar; no hubo diferencias entre las fechas.

El grupo cuatro mostró diferencias entre las fechas para la población de descortezadores, debido a la emergencia de los adultos, pero no hubo diferencias entre los niveles; para los depredadores hubo diferencias entre niveles para *E. arachnodes*, con el mayor promedio de individuos en el nivel uno, pero no hubo diferencias para *E. erro*, atribuido siempre a que la población de esta última especie fue muy baja para esta especie y no fue significativa su presencia en cualquier nivel del árbol.

Las diferencias detectadas en este nuevo análisis, sobre todo en los niveles de infestación, con especial referencia en las poblaciones de los depredadores, pone de manifiesto la tendencia que adoptan éstos en determinado periodo de su ciclo (Cuadro 17).

El efecto de la emigración hacia los niveles inferiores fue detectado precisamente con el análisis de los dos últimos grupos de fechas en cada periodo de muestreo, que es justamente cuando se empiezan a encontrar las larvas maduras y pupas en los niveles inferiores de infestación.

Cuadro 17. Valores de F calculada en el análisis de varianza para las comparaciones entre los niveles de infestación para las poblaciones de descortezadores y de sus depredadores.

PERIODO 1	Descortezadores	E. arachnodes	E. erro
Grupo 1	0.15 n.s.	4.65 *	1.22 n.s.
Grupo 2	0.32 n.s.	1.10 n.s.	0.35 n.s.
Grupo 3	1.08 n.s.	3.62 *	7.58 *
Grupo 4	2.07 n.s.	8.98 *	1.44 n.s.
PERIODO 2			
Grupo 1	3.44 *	6.15 *	3.61 n.s.
Grupo 2	1.87 n.s.	0.06 n.s.	1.42 n.s.
Grupo 3	4.03 *	4.6 *	3.75 *
Grupo 4	2.72 n.s.	2.3 *	2.56 n.s.

n.s. = no hubieron diferencias significativas entre niveles.

\* = hubieron diferencias significativas entre niveles.

#### 4.3.4. Otros individuos asociados.

El Cuadro 18 menciona a los otros individuos asociados a los descortezadores encontrados en las muestras de corteza utilizadas para el estudio, ubicados por orden, familia y en algunos casos por género, así también se menciona la función que cumplen en el complejo ecológico de los árboles infestados. Para hacer más completa la presentación de este cuadro, se mencionan a los descortezadores y depredadores que tuvieron el principal interés en este estudio.

Después de los descortezadores y depredadores en estudio, predominaron las larvas y pupas de **Medetera**, adultos y larvas de **Corticeus** y pupas y adultos de himenópteros.

Cabe mencionar que los individuos del género **Medetera** se mencionan como depredadores importantes de los descortezadores (Goyer **et al.**, 1980, 1985), pero su presencia en las muestras de corteza no fue tan abundante como para atribuirles una alta participación en la mortalidad de los descortezadores.

En el caso del género **Corticeus**, que tiene categoría de depredador, no juega un papel muy importante en la declinación de las poblaciones de descortezadores, ya que se alimenta de otros individuos diferentes. Según Parker y Davis (1971) este insecto se comporta como un depredador facultativo.

Aun cuando existan otros individuos asociados a las poblaciones del descortezador, puede decirse que son los depredadores de la familia Cleridae los que ejercen mayor efecto sobre ellas.

Cuadro 18. Descortezadores e individuos asociados encontrados en la corteza de los árboles muestreados.

Orden	Familia	Género	Especie	Función
Coleoptera	Scolytidae	<b>Dendroctonus</b>	<b>mexicanus</b>	Descortezador primario
		<b>Ips</b>		Descortezador secundario
	Cleridae	<b>Enoclerus</b>	<b>arachnodes</b>	Depredador
		<b>Enoclerus</b>	<b>erro</b>	Depredador
	Staphyllinidae			Depredador
	Colydiidae			Depredador y xilófago
	Histeridae			Depredador
	Cerambycidae			Xilófago
	Ostomidae			Depredador
	Tenebrionidae			Depredador
Platypodidae	<b>Platypus</b>		Micetófago	
Hymenoptera				
	Braconidae y/o Pteromalidae			Parásito
				Parásito
Diptera	Dolichopodidae	<b>Medetera</b>		Depredador
Psocoptera	Psocidae			Saprófago
Hemiptera	Pyrrhocoridae			Depredador
Acaros				Forético o parásito

## 5. CONCLUSIONES.

De los resultados obtenidos en este estudio se llegó a las siguientes conclusiones:

Aun cuando no era un objetivo principal de este estudio, la determinación de la relación entre longitud de galerías y nichos de oviposición de descortezadores resultó con un índice de correlación muy alto, que confirma que esta relación es positiva, con la posibilidad de poder predecir la población potencial de descortezadores midiendo únicamente la longitud de sus galerías.

Con base en los ajustes de tablas de frecuencias a diferentes distribuciones estadísticas, se determinó que los ataques de descortezadores y las larvas de sus depredadores de la familia Cleridae presentan un patrón de disposición regular, aunque otras tablas de frecuencia mostraron un mejor ajuste hacia un patrón de disposición de contagio, principalmente aquéllas que representaban la muestra de mayor tamaño.

Este patrón estuvo fuertemente influenciado por los tamaños de muestra; además, el comportamiento natural de los individuos pudo condicionar un patrón de disposición espacial en determinado período de tiempo, lo cual debe ser estudiado con mayor detalle.

El ciclo de vida en laboratorio para **Enoclerus arachnodes**, tuvo una duración promedio total de 165.4 y 214.1 días, con un consumo en el estado larval de 65.3 y 95.4 individuos, en las temperaturas de 23 y 17°C, respectivamente. **Enoclerus erro**, tuvo una duración de 141.5 y 178.8 días, con un consumo en el estado

larval de 40.84 y 47.53 individuos, en las temperaturas de 23 y 17°C, respectivamente.

Se detectaron diferencias significativas entre los días de desarrollo y el consumo de descortezadores entre las dos especies de depredadores y entre las dos temperaturas probadas.

Sin ninguna reserva, puede decirse que **E. arachnodes** fue más eficiente que **E. erro**, en cuanto a justificar su cría en el laboratorio, ya que tiene una mayor tasa de consumo, es más agresivo y puede ser capturado con mayor facilidad, dado su tamaño y coloración, además de que en condiciones de laboratorio, presentó una menor tasa de mortalidad.

El estudio del ciclo de vida de los depredadores en el laboratorio mostró resultados satisfactorios en cuanto a la producción de huevecillos y porcentajes de larvas eclosionadas.

Los huevecillos pueden ser producidos en grandes cantidades por hembras capturadas en el campo, con la condicionante de posteriores estudios sobre la factibilidad de su liberación en el campo y la debida justificación de costos de producción y liberación con base en los valores del bosque que se quieran proteger.

El ciclo de vida en campo de los depredadores comprende entre dieciseis y dieciocho semanas aproximadamente, que permite concluir que presentan entre dos y tres generaciones por año.

El ciclo de vida de los depredadores está sincronizado con el de los descortezadores, en vista de la coincidencia aproximada de sus estados de desarrollo.

La tasa de mortalidad de descortezadores ocasionada por los depredadores fue estimada entre 69.7 y 76%, lo que da un indicador del importante papel que juegan estas especies en el contexto del control biológico natural; **Enoclerus arachnodes** destaca grandemente, pues de la mortalidad total de descortezadores, esta especie causa entre 55.2 y 61%; la mortalidad causada por **E. erro** oscila entre 14.5 y 15%.

En las comparaciones de medias que se hicieron por niveles de infestación, de forma general los resultados demostraron que en las primeras semanas de su ciclo de vida, los depredadores no mostraron preferencia por determinado nivel de infestación. Sin embargo, en las últimas semanas del ciclo, se encontraron diferencias significativas entre los niveles de infestación, con la media mayor en el nivel inferior y la media menor en el nivel superior, atribuido al comportamiento migratorio de las larvas hacia el nivel inferior cuando van a pupar.

Los depredadores **Medetera** y **Corticeus** fueron los individuos asociados que se encontraron con más frecuencia después de los depredadores en estudio; sin embargo, sus poblaciones fueron mínimas y no se consideraron de gran influencia.

Se consideran necesarios estudios posteriores sobre los depredadores del género **Enoclerus**, por la justificante de su alta capacidad de depredación y del efecto estimado que causaron en las poblaciones de descortezadores. Como agentes de control biológico, son una buena alternativa, cuando se quieran proteger valores del bosque que justifiquen la posibilidad de su cría.

6. LITERATURA CITADA.

- Arnett, R. H.** 1973. The beetles of the United States. (A manual for identification). The American Entomological Institute. Michigan. 1112 p.
- Barbosa, M.; M. Wagner.** 1989. Introduction to forest and shade trees insects. Academic Press. New York. 639 p.
- Barr, W. F.** 1976. Descriptions and taxonomic notes of **Enoclerus** and some allied genera. Idaho Agricultural Experiment Station. Research Paper N° 7668.
- . 1978. New species of **Enoclerus** from Mexico, Central America and Venezuela. (Coleoptera:Cleridae). The Coleopterists Bulletin 32(4):269-278.
- Berryman, A. A.** 1966a. Estudios on the behavior and development of **Enoclerus lecontei** (Wolcott), a predator of the western pine beetle. Canad. Ent. 98:519-526.
- . 1966b. Factors influencing oviposition, and the effect of temperature on development and survival of **Enoclerus lecontei** (Wolcott) eggs. Canad. Ent. 98:579-585.
- . 1967. Estimation of **Dendroctonus brevicornis** (Coleoptera:Scolytidae) mortality caused by insect predators. Can. Ent. 99:1099-1014.

- Billings, R. F.; R. S. Cameron.** 1984. Kairomonal responses of Coleoptera, **Monochamus titillator** (Cerambycidae), **Thanasimus dubius** (Cleridae) and **Temnochila virescens** (Trogositidae) to behavioral chemicals of southern pine bark beetles (Coleoptera:Scolytidae). Environ. Entomol. 13:1542-1548.
- Borden, S. H.** 1974. Feromonas en Scolytidae. Pheromones. Ed. M. C. Birch. Frontiers of Biology. Vol. 32. American Elseviere. U.S.A.
- Borror, D. J.; D. M. DeLong; C. A. Triplehorn.** 1976. An introduction to the study of insects. 4th. ed. HOLT, RINEHART & WINSTON. New York. 852 p.
- Cibrián Tovar, D..** 1987. Estudio sobre la biología y disposición espacial del descortezador **Dendroctonus adjunctus** Blandf. (Coleoptera: Scolytidae). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. 140 p.
- . 1988. Aspectos ecológicos del depredador **Enoclerus arachnodes** (Klug.) (Coleoptera: Cleridae). In Memorias del XXIII Congreso Nacional de Entomología. 22-25 Mayo. Morelia, Michoacán. p. 199.
- ; **J. Cibrián Tovar.** 1977. Algunos aspectos sobre la biología de **Enoclerus sphegus** Fab. (Coleoptera:Cleridae), un depredador de **Dendroctonus adjunctus** Bldf. (Coleoptera: Scolytidae). In Memorias del Primer Congreso Nacional de Zoología. 9-12 Oct. Chapingo, Méx.

- Dixon, W. N.; T. L. Payne. 1979. Aggregation of *Thanasimus dubius* on trees under mass attack by the southern pine beetle. *Envir. Entomol.* 8:178-181.
- Elliot, J. M. 1977. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates. Freshwater Biological Association. Scientific publication N° 25.
- Furniss, M. M. 1972. Bark beetle attractants and repellants. Forestry Science Laboratory. Idaho.
- ; D. Cibrián Tovar. 1980. Compatibilidad reproductiva e insectos asociados a *Dendroctonus pseudotsugae* (Coleoptera: Scolytidae) de Chihuahua, México e Idaho, E.U.A. *Folia Entomológica Mexicana* N° 44:129-142.
- Garcia, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climático de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 246 p.
- García Martínez, J. R. 1992. Bionomía del descortezador de pinos *Dendroctonus mexicanus* Hopk. (Coleoptera: Scolytidae) en la unidad industrial de explotación forestal de San Rafael, México. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 144 p.
- ; D. Cibrián Tovar. 1988. Variación poblacional de *Dendroctonus mexicanus* (Hopk.) (Coleoptera: Scolytidae), en cuatro generaciones consecutivas. In *Memorias del IV Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal*. Durango, Durango. pp. 125-141.

- Goyer, R. A.; G. J. Lenhard; T. E. Nebeker; L. D. Jarrard.**  
1980. How to identify common insect associates of the southern pine beetle. U.S.D.A. Agriculture Handbook N° 563. 32 p.
- Goyer, R. A.; G. J. Lenhard; T. E. Nebeker; J. J. Schmitt.**  
1985. Distinguishing immatures of insect associates of southern pine bark beetles. U.S.D.A. Forest Service. Agricultural handbook 641. 19 p.
- INEGI.** 1987. Síntesis geográfica, nomenclator y anexo cartográfico del estado de México. INEGI. MEXICO.
- Lanier, G. N.; J. P. Hendrichs; J. E. Flores.** 1988.  
Biosystematics of the *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae) complex. Ann. Ent. Soc. Amer. 81(3): 403-418.
- Marsden, M. A.; M. M. Furniss; N. K. LeRoy.** 1981. Modeling seasonal abundance of Douglas-fir beetle in relation to entomophagous insects and location in trees. USDA. Forest Service. Intermountain Forest and Range Exp. Stn. General Technical Report INT-111.
- Miller, M. C.; J. C. Moser; M. Mc.Gregor; J. C. Gregoire; M. Baisier; D. L. Dahlsten; R. A. Werner.** 1987.  
Potential for biological control of native north american *Dendroctonus* beetles (Coleoptera: Scolytidae). Ann. Ent. Soc. Amer. 80:417-428.

- Parker, D.L; D.W. Davis.** 1971. Feeding habits of **Corticicus substriatus** (Coleoptera: Tenebrionidae) associated with the mountain pine beetle in lodgepole pine. Scientific note. Ann. Ent. Soc. Amer. 64:293-294.
- Perusquia Ortiz, J.** 1982. Insectos asociados a los descortezadores **Dendroctonus sp.** de los pinos. INIF-SFF-SARH. Bol. Tec. No. 83. México. 15 p.
- Pineda, C.; R. Campos; M. Miller.** 1988. Muestreo de enemigos naturales de **Dendroctonus frontalis** (Zimm.) (Coleoptera:Scolytidae), utilizando trampas de feromonas en rodales de **Pinus oocarpa** en Uruapan, Michoacán. In Memorias del IV Simposio sobre Parasitología Forestal. Durango, Durango. pp. 168-190.
- Reid, R. W.** 1957. The bark beetle complex associated with Lodgepole Pine Slash in Alberta. Part III- Notes on the biologies of several predators with special reference to **Enoclerus sphegeus** Fab. (Coleoptera: Cleridae) and two species of mites. Can. Ent. 89:111-120.
- Reyna Robles, R.** 1969. Studies on the dispersion of insects populations. Ph. D. Thesis. Univ. of London.
- Rice, R. E.** 1969. Bionomics of **Enoclerus barri** Knull (Coleoptera: Cleridae). Can. Ent. 101:382-386
- Rodríguez Lara, R.** 1982. Plagas forestales y su control en México. Dirección de Difusión Cultural. UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO. México. 187 p.

**SARH.** 1990. Principales insectos descortezadores en México. Identificación en campo y su control. Subsecretaría Forestal. D.F. México. 39 p.

----- . 1991. Reporte sobre las condiciones de insectos y enfermedades. México. XXV Reunión del grupo de estudios de insectos y enfermedades forestales COFAN-FAO 1991. New Bronswik, Canadá.

----- . 1992. Condición de insectos y enfermedades forestales. México. XXVI Reunión del grupo de estudio de insectos y enfermedades forestales COFAN-FAO 1992. Las Cruces, Nuevo México.

**Schmid, J. M.** 1970. *Enoclerus sphegeus* (Coleoptera: Cleridae), a predator of *Dendroctonus ponderosae* (Coleoptera: Scolytidae) in the Black Hills. Can. Entomol. 102:967-977.

**Stevens, R.E., J. Wayne and D.A. Leatherman.** 1980. Insects associated with Ponderosa pine in Colorado. USDA Forest Service. General Technical Report RM-75.

**Struble, G.R.** 1942. Laboratory propagation of two predators of the mountain pine beetle. Journal of Economic Entomology 35(6):841-844.

**Thachter, R. C.; J. L. Searcy; J. E. Coster; G. D. Hertel.** 1980. The Southern Pine Beetle. U.S.D.A. Forest Service. Bull. Tec. 1631. 267 p.

Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. Great Basin Naturalist Memoirs No. 6. 1359 p.

7. ANEXOS.

PROBABILIDADES PARA LOS AJUSTES DE CADA UNA DE LAS DISTRIBUCIONES ESTADISTICAS E INDICES DE DISPERSION UTILIZADOS PARA DETERMINAR EL PATRON DE DISPOSICION DE LOS ATAQUES DE DESCORTEZADORES

	TAMAÑO DE MUESTRA							
	78		100		222		400	
	STD	ALT	STD	ALT	STD	ALT	STD	ALT
NIVEL 1								
BINOMIAL POSITIVA	0.082	0.060	0.136	0.132	0.000	0.000	0.000	0.004
POISSON	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.402	0.560
BINOMIAL NEGATIVA	0.561	0.554	0.128	0.127	0.000	0.000	0.400	0.606
VARIANZA/MEDIA	0.3851		0.4388		0.5185		0.8218	
INDICE MORISITA	0.5814		0.6502		0.7711		0.9657	
NIVEL 2								
BINOMIAL POSITIVA	0.495	0.477	0.005	0.238	0.000	0.002	0.008	0.048
POISSON	0.000	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.009	0.012
BINOMIAL NEGATIVA	0.296	0.295	IGL	IGL	0.000	0.000	0.235	0.258
VARIANZA/MEDIA	0.4005		0.3883		0.3596		0.5172	
INDICE MORISITA	0.6370		0.5814		0.7514		0.9183	
NIVEL 3								
BINOMIAL POSITIVA	0.252	0.502	0.003	0.000	0.067	0.060	0.336	0.074
POISSON	0.257	0.251	0.000	0.000	0.000	0.000	0.267	0.455
BINOMIAL NEGATIVA	IGL	0.346	IGL	0.000	IGL	0.018	0.274	0.502
VARIANZA/MEDIA	0.7613		0.3643		0.4103		0.7618	
INDICE MORISITA	0.7688		0.5384		0.7275		0.9483	
TOTAL								
VARIANZA/MEDIA	0.64		0.60		0.76		0.95	
INDICE MORISITA	0.5		0.38		0.45		0.74	

\* IGL está referido a que no se realizó el ajuste por no haber suficientes grados de libertad.

PROBABILIDADES PARA LOS AJUSTES DE CADA UNA DE LAS DISTRIBUCIONES ESTADISTICAS E INDICES DE DISPERSION UTILIZADOS PARA DETERMINAR EL PATRON DE DISPOSICION DE LOS DEPREDADORES.

TAMAÑO DE MUESTRA

	78		100		222		400	
	STD	ALT	STD	ALT	STD	ALT	STD	ALT
NIVEL 1								
BINOMIAL POSITIVA	0.250	0.250	0.472	0.623	0.808	0.809	0.342	0.460
POISSON	0.129	0.129	0.600	0.680	0.113	0.117	0.390	0.480
BINOMIAL NEGATIVA	IGL	IGL	IGL	0.880	IGL	IGL	0.488	0.710
VARIANZA/MEDIA	0.6406		0.8740		0.7473		0.7973	
INDICE MORISITA	0.5843		0.8140		0.5423		0.9041	
NIVEL 2								
BINOMIAL POSITIVA	0.910	0.910	0.017	0.058	0.900	0.900	0.110	0.160
POISSON	0.019	0.019	0.000	0.000	0.063	0.068	0.485	0.483
BINOMIAL NEGATIVA	IGL	IGL	IGL	IGL	IGL	IGL	0.600	0.746
VARIANZA/MEDIA	0.4993		0.5214		0.6715		0.7039	
INDICE MORISITA	0.5140		0.4458		0.4958		0.8550	
NIVEL 3								
BINOMIAL POSITIVA	0.090	0.096	IGL	0.678	IGL	0.680	0.007	0.000
POISSON	0.742	0.747	IGL	0.413	IGL	0.140	0.093	0.193
BINOMIAL NEGATIVA	IGL	IGL	IGL	IGL	IGL	IGL	0.063	0.280
VARIANZA/MEDIA	0.8780		0.8214		0.7692		1.258	
INDICE MORISITA	0.7873		0.6108		0.4133		1.176	
TOTAL								
INDICE MORISITA	0.6		0.64		0.51		0.96	
VARIANZA/MEDIA	0.66		0.76		0.74		0.93	

\* IGL está referido a que no se realizó el ajuste por no haber suficientes grados de libertad.

Anexo 3

TABLA DE FRECUENCIAS DE ATAQUES DE DESCORTEZADORES PARA DIFERENTES TAMAÑOS DE MUESTRAS EN EL NIVEL UNO DE INFESTACION

X	tamaños de muestra en cm <sup>2</sup>			
	78	100	222	400
0	9	7	4	
1	40	40	31	2
2	42	35	19	8
3	6	15	38	14
4			5	14
5				17
6				13
7				17
8				8
9				2
10				2

Anexo 4

TABLA DE FRECUENCIAS DE ATAQUES DE DESCORTEZADORES PARA DIFERENTES TAMAÑOS DE MUESTRAS EN EL NIVEL DOS DE INFESTACION

X	tamaños de muestra en cm <sup>2</sup>			
	78	100	222	400
0	4		1	
1	26	33	12	
2	27	25	10	2
3	10	9	37	3
4			7	12
5				11
6				16
7				8
8				12
9				3

Anexo 5

TABLA DE FRECUENCIAS DE ATAQUES DE DESCORTEZADORES PARA DIFERENTES TAMAÑOS DE MUESTRA EN EL NIVEL TRES DE INFESTACION

X	tamaños de muestra en cm <sup>2</sup>			
	78	100	222	400
0	20	3		
1	23	38	20	1
2	16	16	16	5
3	3	5	23	12
4			3	18
5				11
6				6
7				4
8				2
9				2
10				1

Anexo 6

TABLA DE FRECUENCIAS DE LARVAS DE DEPRDADORES PARA DIFERENTES TAMAÑOS DE MUESTRAS EN EL NIVEL UNO DE INFESTACION

X	tamaños de muestra en cm <sup>2</sup>			
	78	100	222	400
0	34	47	51	11
1	42	36	38	20
2	21	12	8	32
3		2		20
4				11
5				2
6				1

Anexo 7

TABLA DE FRECUENCIAS DE LARVAS DE DEPREDADORES PARA DIFERENTES TAMAÑOS DE MUESTRAS EN EL NIVEL DOS DE INFESTACION

X	tamaños de muestra en cm <sup>2</sup>			
	78	100	222	400
0	16	19	30	4
1	33	39	30	11
2	18	8	7	19
3		1		15
4				13
5				5

Anexo 8

TABLA DE FRECUENCIAS DE LARVAS DE DEPREDADORES PARA DIFERENTES TAMAÑOS DE MUESTRAS EN EL NIVEL TRES DE INFESTACION

X	tamaños de muestra en cm <sup>2</sup>			
	78	100	222	400
0	34	37	39	16
1	20	21	21	24
2	8	4	2	8
3				8
4				4
5				2

POBLACION ACUMULADA DE DESCORTEZADORES Y DEPREDADORES EN TRES NIVELES DE INFESTACION DURANTE LOS DOS PERIODOS DE MUESTREO

Fechas	D. mexicanus niveles				E. arach. niveles				E. erro niveles				ambos de- predadores			
	1	2	3	T	1	2	3	T	1	2	3	T	1	2	3	T
04-10	229	264	261	754	6	17	2	25	3	7	3	13	9	24	5	38
14-10	270	244	256	770	5	17	5	27	3	8	5	16	8	25	10	43
24-10	274	250	242	766	8	10	10	28	8	6	5	19	16	16	15	47
01-05	261	293	230	784	10	5	10	25	5	6	6	17	15	11	16	42
08-05	217	249	270	736	9	11	7	27	4	2	9	15	13	13	16	42
15-08	241	225	219	685	10	8	10	28	4	6	3	13	14	14	13	41
22-05	194	204	186	584	10	10	2	22	1	5	5	11	11	15	7	33
29-05	185	205	216	606	8	8	4	20	5	4	1	10	13	12	5	30
05-06	128	161	139	428	10	4	6	20	6	3	2	11	16	7	8	31
12-06	118	108	160	386	10	6	0	16	5	6	0	11	15	12	0	27
19-06	149	93	123	365	6	3	3	12	5	2	1	8	11	5	4	20
25-06	128	120	144	392	6	3	0	9	5	3	0	8	11	6	0	17
02-07	115	134	149	398	5	2	0	7	4	1	0	5	9	3	0	12
09-07	117	85	127	329	5	3	0	8	1	1	0	2	6	4	0	10
17-07	71	55	97	223	5	2	0	7	3	0	0	3	8	2	0	10
24-07	16	20	18	54	2	0	0	2	1	0	0	1	3	0	0	3
14-08	37	84	107	228	5	4	5	14	2	0	6	8	7	4	11	22
21-08	49	78	106	233	3	3	7	13	1	1	4	6	4	4	11	19
28-08	76	99	78	253	2	8	3	13	1	2	2	5	3	10	5	18
04-09	52	73	101	226	0	5	7	12	2	0	1	3	2	5	8	15
11-09	55	92	91	238	0	6	6	12	0	1	2	3	0	7	8	15
18-04	64	109	69	242	3	4	3	10	0	2	2	4	3	6	5	14
25-04	82	89	94	265	4	3	6	13	1	0	4	5	5	3	10	18
02-10	50	99	99	248	3	5	3	11	0	3	1	4	3	8	4	15
09-10	62	86	86	234	3	4	2	9	3	1	1	5	6	5	3	14
16-10	66	75	66	207	5	2	2	9	3	0	1	4	8	2	3	13
23-10	41	79	59	179	6	3	1	10	2	1	0	3	8	4	1	13
30-10	59	76	59	194	7	1	0	8	2	0	1	3	9	1	1	11
06-11	39	74	71	184	4	2	1	7	2	1	0	3	6	3	1	10
13-11	64	43	30	137	5	1	0	6	4	0	0	4	9	1	0	10
20-11	36	42	35	113	2	1	0	3	4	1	0	5	6	2	0	8
27-11	29	57	22	108	2	2	0	4	2	1	0	3	4	3	0	7
04-12	13	31	24	68	2	2	0	4	2	0	0	2	4	2	0	6
11-12	9	3	4	16	2	0	0	2	0	1	0	1	2	1	0	3

Anexo 10

ESTADOS DE DESARROLLO DE DEPREDADORES ENCONTRADOS EN DOS PERIODOS DE MUESTREO.

Fecha	Enoclerus arachnodes						Enoclerus erro					
	LI	LII	LIII	LIV	P	A	LI	LII	LIII	LIV	P	A
10-04	24	1	-	-	-	-	10	3	-	-	-	-
14-04	9	18	-	-	-	-	4	12	-	-	-	-
24-04	9	10	9	-	-	-	6	13	-	-	-	-
01-05	6	7	11	1	-	-	5	8	4	-	-	-
08-05	7	5	12	3	-	-	2	9	4	-	-	-
15-05	3	2	17	6	-	-	-	6	7	-	-	-
22-05	-	-	10	10	2	-	5	-	5	-	1	-
29-05	1	6	13	-	-	-	-	3	7	-	-	-
05-06	-	-	12	4	-	-	-	2	6	3	-	-
12-06	-	-	1	5	10	-	-	-	4	1	6	-
19-06	-	-	7	1	4	-	-	1	2	2	3	-
25-06	-	-	3	1	5	-	-	-	-	3	5	-
02-07	-	-	-	-	6	1	-	-	-	3	2	-
09-07	-	-	-	-	5	3	-	-	-	-	-	2
17-07	-	-	-	-	3	4	-	-	-	-	-	3
24-07	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1
14-08	6	8	-	-	-	-	4	4	-	-	-	-
21-08	4	9	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-
28-08	4	9	-	-	-	-	2	3	-	-	-	-
04-09	4	3	5	-	-	-	-	2	1	-	-	-
11-09	1	4	7	-	-	-	-	1	2	-	-	-
18-09	2	2	6	-	-	-	-	2	2	-	-	-
25-09	-	4	7	2	-	-	-	1	4	-	-	-
02-10	-	2	6	3	-	-	-	-	4	-	-	-
09-10	-	1	6	2	-	-	1	-	4	-	-	-
16-10	-	-	9	-	-	-	-	-	2	2	-	-
23-10	2	-	4	2	2	-	-	1	-	2	-	-
30-10	-	-	1	3	4	-	-	-	1	1	1	-
06-11	-	-	2	2	3	-	-	-	1	2	-	-
13-11	-	-	-	-	4	2	-	-	-	-	3	1
20-11	-	-	-	-	3	0	-	-	-	1	3	1
27-11	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	1	2
04-12	-	-	-	-	1	3	-	-	-	-	1	1
11-12	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1