

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

DIVISION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MARITIMAS
PROGRAMA DE GRADUADOS EN AGRICULTURA

ESTUDIO DE EVENTOS BIOLÓGICOS DEL
BARRENADOR DE LA NUEZ PECANERA Acrobasis
nuxvorella Neunzig PARA EL DESARROLLO DE UN
MODELO DE PREDICCIÓN EN BASE A
DÍAS-TEMPERATURA

TESIS

JOSE NELSON PEREZ QUINTANILLA

1 9 8 1

045.63
TEC.12
1981
c.2

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

DIVISION DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MARITIMAS

PROGRAMA DE GRADUADOS EN AGRICULTURA

ESTUDIO DE EVENTOS BIOLÓGICOS DEL BARRENADOR DE
LA NUEZ PECANERA Acrobasis nuxvorella Neunzig -
PARA EL DESARROLLO DE UN MODELO DE PREDICCIÓN -
EN BASE A DIAS-TEMPERATURA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALIDAD PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

P O R

JOSE NELSON PEREZ QUINTANILLA

1 9 8 1

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY
PROGRAMA DE GRADUADOS

Diciembre 1981

Sr. Director de la División de Ciencias Agropecuarias y Marí-
timas.

Sr. Director del Programa de Graduados.

Nos es grato recomendar que la tesis elaborada bajo nuestra
supervisión por el Sr. Ing.

JOSE NELSON PEREZ QUINTANILLA

Intitulada: ESTUDIO DE EVENTOS BIOLÓGICOS DEL BARRENADOR DE
LA NUEZ PECANERA Acrobasis nuxvorella Neunzig -
PARA EL DESARROLLO DE UN MODELO DE PREDICCIÓN -
EN BASE A DIAS-TEMPERATURA.

Se acepte como requisito parcial para optar el Grado Académico de Maestro en Ciencias, Especialidad en Parasitología - -
Agrícola.

Comité Supervisor de Tesis

Ing. Enrique Aranda H.
M.S., Ph.D.
Asesor

Ing. Luis O. Tejada
M.S., Ph.D.
Sinodal

Ing. Gabino de Alba
M.S., Ph.D.
Sinodal

Biol. Dieter Enkerlin S., M.S., Ph.D.
Director del Programa de Graduados

Ing. Leonel Robles Gutiérrez, M.S.
Director de la
División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas

Los datos de esta tesis sólo se podrán publicar con permiso -
del Programa de Graduados en Agricultura.

A mi amada Esposa

C R I S T I N A

Para ti mis mejores deseos

A MIS PADRES:

Sr. José Inés Pérez Flores

Sra. Concepción Quintanilla de Pérez

Con profundo amor y agradecimiento.

Con Cariño a

Sr. Aristides Alfaro

Sra. Roxana Alvarenga de Alfaro

A MIS HERMANAS

Alba Arelly

Maria Inés

A mi prima

Maritza

A Don Manuel Hernández Ramírez
Doña Rosario Sánchez de Hernández
Por su valiosa ayuda y comprensión.

A MIS SOBRINOS

Winn Oliver

Florcita

Eduardo

Billy

David

A MIS CUÑADOS

Aris

Fabio

Celso

Javier

Hermes

Joel

Lilian

A LOS COMPAÑEROS

Ulises Martínez

Felipe Cerón

Victor Santos

Mario Cabrera

Como reconocimiento por
su ayuda en el trabajo-
de campo.

AL DR. ENRIQUE ARANDA H.

Por su atinada asesoría
en el desarrollo de es-
ta investigación.

AL DR. LUIS O. TEJADA

Y

AL DR. GABINO DE ALBA

Por su valiosa colaboración en la
revisión del presente trabajo.

AL DR. DIETER ENKERLIN S.

Por la oportunidad brinda
da para la realización
de mis estudios de Post-
grado.

A María Elena

y María del Socorro

Como una muestra de cariño

A todas aquellas personas
que desinteresadamente pu
sieron su "granito de are
na" para que alcanzara la
meta propuesta.

A mi Familia

A mis Maestros, Compañeros
y Amigos.

A los Dres. Marvin K. Harris y Horace W.
Van Cleave de Texas A&M University. Co-
llege Station. Texas. USA.

Al Ing. M.C. Patrick Patton. Programa --
Moscamed SARH. México.

I N D I C E

PAGINA

SINOPSIS.....	1
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
Aspectos Generales del Nogal Pecanero.....	3
Origen y distribución.....	3
Taxonomía, descripción botánica y fenología.....	4
Problemas Parasitológicos del Nogal.....	7
Insectos del nogal en México.....	7
Patógenos del nogal en México.....	8
Deficiencias nutricionales.....	9
El Barrenador de la Nuez, <u>Acrobasis nuxvorella</u> Neunzig.....	9
Importancia económica.....	9
Clasificación taxonómica.....	11
Biología, hábitos y naturaleza del daño.....	12
La Temperatura y su Influencia en los Insectos.....	18
Percepción de la temperatura.....	19
Temperaturas vitales.....	20

	<u>PAGINA</u>
Predicción de Eventos Biológicos, con base en la Acumulación de Temperatura.....	21
MATERIAL Y METODOS.....	29
Ubicación y Condiciones Climato-Edafológicas del Lugar Donde se Realizó el Estudio.	29
Selección del Material Para el Muestreo...	30
Condiciones y Método de Muestreo.....	30
Cálculo de Días-Temperatura.....	32
Análisis Estadísticos.....	33
RESULTADOS Y DISCUSION.....	35
Oviposición de las Hembras de la Generación Invernante.....	35
Eclosión y Penetración a la Nuez por Larvas de la Primera Generación.....	46
Estimación del Daño Producido por el Gusano Barrenador de la Nuez.....	54
Caída Nueces por Causas Indeterminadas....	58
Construcción del Modelo de Predicción de Eventos.....	60
CONCLUSIONES.....	64
BIBLIOGRAFIA.....	66
APENDICE.....	75
CURRICULUM VITAE.....	84

INDICE DE CUADROS

<u>CUADRO No.</u>	<u>PAGINA</u>
1 Número promedio de Unidades de calor calculadas para la ocurrencia de distintos eventos biológicos de la primera generación de <u>A. nuxvorella</u> basadas en el modelo de unidades de calor con una fecha de inicio de diez días antes de la brotación y una temperatura umbral de 3.3°C (Harris 1981).....	27
2 Oviposición de las hembras de la generación invernante de <u>A. nuxvorella</u> en nuececillas de nogal pecanero y días-temperatura acumulados en cada muestreo. Villa Juárez, N.L. 1981	37
3 Preferencia de oviposición de las hembras de la generación invernante de <u>A. nuxvorella</u> sobre la nuez del nogal pecanero. Villa Juárez, N.L. 1981.....	40
4 Preferencia de oviposición de las hembras de la generación invernante de <u>A. nuxvorella</u> de acuerdo a la posición de la nuez en racimos de dos, tres, cuatro y cinco nueces en nogal pecanero. Villa Juárez, N.L. 1981.....	42

CUADRO No.

PAGINA

5	Tendencia de oviposición de las hembras de la generación invernante de <u>A. nuxvorella</u> con respecto a la orientación de los racimos en nogal pecanero. Villa Juárez, N.L.- 1981.....	43
6	Tabla de vida para el estado de huevo correspondiente a la primera generación de <u>A. nuxvorella</u> , bajo las condiciones de Villa Juárez, N.L. 1981.....	45
7	Eclosión de los huevecillos de la primera generación de <u>A. nuxvorella</u> en nueces de nogal pecanero en relación con los días-temperatura acumulados en cada muestreo. Villa de Juárez, N.L. 1981.....	48
8	Eclosión y penetración a la nuez observada por larvas de la primera generación de <u>A. nuxvorella</u> . Villa Juárez, N.L. 1981.....	49
9	Relación entre la penetración a la nuez pecanera por larvas de primera generación de <u>A. nuxvorella</u> y los días-temperatura acumulados en cada muestreo. Villa Juárez, N.L.- 1981.....	52

- 10 Tendencia de la larva de la primera generación de A. nuxvorella a penetrar la nuez - pecanera. Villa Juárez, N.L. 1981..... 53
- 11 Tendencia de las larvas de la primera generación de A. nuxvorella dependiendo de su posición en el racimo. Villa Juárez, - N.L. 1981..... 54
- 12 Días-temperatura calculados para las fases de oviposición de la generación invernante, eclosión y penetración a la nuez de larvas de la primera generación del gusano barrenador A. nuxvorella. Modelo de predicción basado en la acumulación de días-temperatura. Villa Juárez, N.L. 1981..... 62
- 13 Ejemplo de hoja de registro utilizada en cada muestreo para cada árbol durante el estudio..... 76
- 14 Coeficientes de regresión (b), de correlación (r) y ecuaciones de regresión para eventos biológicos de la generación invernante.....

PAGINA

	te y la primera generación de <u>A. nuxvore-</u> <u>lla</u> en relación con los días- temperatura acumulados.....	77
15	Registro de Temperatura y humedad relativa máxima y mínima y días-temperatura diarias durante el estudio (período marzo 3 - Junio 20). Villa de Juárez, N.L. 1981.....	78
16	Resumen general de los datos registrados - relativos a <u>A. nuxvorella</u> y al nogal peca nero durante el estudio. Totales de 400 - racimos en 20 árboles. Período Abril 24-- Septiembre 21. Villa Juárez, N.L. 1981.....	80

INDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA No.</u>	<u>PAGINA</u>
1 Posición del hibernáculo de una larva de la generación invernante de <u>A. nuxvorella</u> en la base de la cara interna de una yema en dormancia.....	13
2 Tamaño comparativo de un huevo de <u>A. nuxvorella</u> depositado sobre el estigma de una flor de nogal pecanero. Arriba: huevecillo; abajo: cabeza de alfiler entomológico (0.9 mm de diámetro).....	15
3 Masa de excremento característica en la base de una nuececilla en formación barrenada por la larva de <u>A. nuxvorella</u>	16
4 Relación entre la caída de nuez por causas indeterminadas, penetración y caída de nuez ocasionada por larvas de primera generación de <u>A. nuxvorella</u> . Totales de 400 racimos en 20 árboles. Período abril 29-Junio 20. Villa Juárez, N.L. 1981.....	56
5 Caída de nuez por efecto de larvas de la primera generación de <u>A. nuxvorella</u> y fac-	

<u>FIGURA No.</u>	<u>PAGINA</u>
<p>tores indeterminados en relación con la variación diaria de la temperatura y humedad relativa. Totales de 400 racimos en 20 árboles. Villa Juárez, N.L. 1981.....</p>	59
<p>6 Relación comparativa entre los modelos de predicción de eventos biológicos en base a días-temperatura acumulados para la primera generación de <u>A. nuxvorella</u> en el área de College Station, Texas (Harris 1981) y Villa Juárez, N.L. Ciclo 1981.....</p>	82
<p>7 Registro de temperatura y humedad relativa, máxima y mínima diarias durante el estudio. Período marzo 3- Octubre 1 de 1981. Villa Juárez, N.L.....</p>	83

SINOPSIS

ESTUDIO DE EVENTOS BIOLÓGICOS DEL BARRENADOR DE LA NUEZ PECANERA Acrobasis nuxvorella Neunzig PARA EL DESARROLLO DE UN MODELO DE PREDICCIÓN EN BASE A DÍAS-TEMPERATURA.

José Nelson Pérez Q. ^{1/}
Enrique Aranda H. ^{1/}

INTRODUCCION

En la actualidad el combate de insectos debe hacerse en función ecológica, partiendo de la base que es necesaria la convivencia con las especies llamadas "plagas". - En el pasado, el hombre al combatir insectos también contaminó fuertemente el ambiente. Lo correcto es buscar formas de combate inocuas al ecosistema, eficientes y oportunas para abatir las poblaciones de las plagas.

En nogal pecanero, una gran afluencia de plagas aparecen en el ciclo de producción, siendo actualmente el gusano barrenador de la nuez (Acrobasis nuxvorella Neunzig) la más importante en los Estados Unidos y México. En la presente investigación se asociaron eventos biológicos de este insecto con la temperatura ambiental, con el objeto de establecer un modelo, en base a días-temperatura acumulados, para predecir la ocurrencia de eventos de la generación invernante y de la primera generación de la especie.

^{1/}Alumno y profesor respectivamente del Programa de --
Graduados en Agricultura del Instituto Tecnológico de
Monterrey, N.L.

MATERIAL Y METODOS

La presente investigación fué realizada en el Rancho "Los Martínez", situado en el municipio de Villa Juárez, N.L. El estudio se realizó durante el período Enero-Octubre de 1981.

Ubicación y Condiciones Climato-Edafológicas del Lugar Donde se Realizó el Estudio

La propiedad está ubicada a 25°34' de longitud norte 100°10' longitud oeste y una altura de 521 m s/el nivel del mar. El área de estudio comprendió una plantación de nogal, a la cual se le ha intercalado aguacate y toronja. Para efectos del estudio se utilizaron 14 árboles de la variedad Wichita y seis Mahan.

Selección del Material para el Muestreo

En los árboles seleccionados se marcaron y numeraron entre tres y cinco ramas, y en cada rama se etiquetaron tomando al azar y en todos los puntos cardinales, entre cuatro y siete racimos, de modo de etiquetar 20 racimos/árbol. Se etiquetaron cinco racimos extra como control para determinar si la manipulación de estos tendría efecto en la caída de nueces.

Condiciones y Método de Muestreo

Cada racimose consideró como individuo y las variables fueron la oviposición, eclosión y la penetración a la --nuez de la primera generación de A. nuxvorella. El muestreo fue al azar. El muestreo formal se inició a partir-

de la detección de la primera oviposición en los árboles marcados (24 de Abril).

A partir de entonces se realizaron 15 muestreos consecutivos cada tres o cinco días durante seis semanas, - es decir hasta Junio 6. Para registrar los eventos biológicos y observaciones generales se utilizaron hojas de campo con formato especial, una hoja distinta se empleó en cada muestreo y para cada árbol.

Los racimos se numeraron del 000 a 399, correspondiendo 20 racimos a cada árbol (cuadro 13 del Apéndice).

Cálculo de Días-Temperatura

La temperatura y humedad relativa máximas y mínimas se registraron diariamente utilizando un higrotermografo que se colocó en un lugar de la huerta (cuadro 15 y figura 7 del Apéndice). Con las temperaturas registradas se calcularon los días-temperatura diarios por medio de la fórmula:

$$\frac{\text{Temperatura máxima} + \text{Temperatura mínima} - 3.3^{\circ}\text{C}}{2}$$

En donde 3.3°C se considera como la temperatura base, es decir, una constante que representa la temperatura más baja necesaria para que A. nuxvorella se desarrolle (Harris 1981). De las hojas de registro se extrajo la información para sumarizar los eventos biológicos y correlacionarlos con los días-temperatura acumulados desde 10 días antes de la brotación de los árboles (marzo 3), para construir el modelo de predicción.

Análisis Estadísticos

Pruebas de χ^2 (Siegel 1976) se utilizaron para determinar la preferencia de oviposición en la nuez, en el racimo y en las diferentes orientaciones cardinales; así como la preferencia de penetración en la nuez dependiendo de su posición en el racimo y la penetración en sí a la nuez. La correlación entre la emergencia de la larva y la parte de la nuez que penetra se calculó por medio del método de rango de Spearman (Siegel 1976).

El tiempo necesario para la eclosión se calculó en base al promedio de una muestra de 42 huevecillos. La tabla de vida del huevo se estableció según un método propuesto por Southwood (1971). Para elaborar el modelo en base a días-temperatura acumulados, se calcularon los porcentajes de ocurrencia de oviposición, eclosión y penetración a intervalos de 10, 25, 50, 75, y 90%, en donde X corresponde al evento biológico y Y a los días-temperatura acumulados.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las observaciones realizadas en esta investigación permitieron conocer algunos aspectos biológicos y etológicos de A. nuxvorella, lo cual se utilizó, juntamente con el registro de temperatura, para establecer un modelo para predecir eventos biológicos en base a días-temperatura acumulados.

Oviposición de las Hembras de la Generación Invernante

Las primeras oviposiciones de las hembras de la generación invernante se detectaron el 24 de abril partiendo de que el tiempo promedio de desarrollo del huevo fue de cinco días, se asume que el primer huevecillo fue ovipositado el 20 de abril. Para entonces se habían acumulado 811 días-temperatura (Cuadro 4). En Texas este evento se observa por primera vez a 783 días-temperatura acumulados (Harris 1981). Los adultos probablemente emergieron entre el 18 y 20 días de su aparición coincidiendo con la formación de las primeras nuececillas.

A partir del 24 de abril se muestreó cada tres a cinco días, observándose al principio un incremento sostenido en la oviposición (Cuadro 1).

VI

Cuadro 1.- Oviposición de las hembras de la generación invernante de A. nuxvorella en nuececillas de nogal pecanero y días-temperatura acumulados en cada muestreo. Villa Juárez, N.L. 1981.

Muestreo	No.de huev.	Ovip. Acum.	% Ovip.Acum.	Días- Temp.Ac.	^{1/}
Abril 24	3	3	2.52	885	
" 29	12	15	12.6	977	
Mayo 1	45	60	50.42	1022	
" 6	21	81	68.06	1118	
" 8	22	103	86.55	1155	
" 10	9	112	94.11	1195	
" 13	2	114	95.79	1252	
" 15	1	115	96.63	1295	
" 17	2	117	98.31	1344	
" 23	2	119	100.0	1478	

1/ A partir de 10 días antes de la brotación de las yemas.

Estos huevos dieron lugar a la primera generación del barrenador, la cual es la más perjudicial para el nogal pecanero (Coppock 1973). Sólo 14 de los 400 racimos fueron infestados con dos huevos, esto coincide con lo reportado en Texas por Neunzig citado por Ring (1981).

De acuerdo con Bilsing (1926) y Ring (1981) en el presente -

VII

estudio se encontró que la hembra de la generación invernante prefiere el ápice para ovipositar, aunque puede hacerlo en la base o en la parte media de la nuez. Con respecto a la oviposición en el racimo se encontró que no manifiesta preferencia por alguna nuez en especial. Se observó que la hembra presenta cierta tendencia a ovipositar en los racimos situados al norte y noroeste del árbol, mientras que lo hace en menor grado en los racimos ubicados al sur y suroeste. La explicación a esta tendencia radica en el hecho de la incidencia de los rayos solares y los vientos prevalentes sobre los huevecillos, partiendo de que la hembra tiende a protegerlos de la deshidratación. Esta observación puede tomarse en cuenta al realizar muestreos en estudios subsecuentes para garantizar un mayor número de huevecillos.

Siguiendo un modelo indicado por Southwood (1971) se construyó una tabla de vida para el huevecillo bajo las condiciones en que se desarrolló el estudio, encontrándose una mortalidad del 37% en el estado de huevo, notándose que éste sufre la más alta mortalidad en la fase blanca.

Eclosión y Penetración a la Nuez por Larvas de la Primera Generación

La primera eclosión fue observada el 29 de abril, pero tomando en cuenta que en el muestreo anterior (abril 24) se encon

VIII

tró un huevo en fase roja (el cual probablemente eclosionó - al día siguiente), se asumió que la primera eclosión de los huevos de la primera generación de A. nuxvorella, ocurrió el 25 de abril. Para entónces se habían acumulado 902 días-temperatura (Cuadro 4). En College Station este evento se observa por primera vez a los 916 días-temperatura acumulados a partir de 10 días antes de la brotación de las yemas del nogal (Harris 1981). El cuadro 2 muestra la eclosión de los huevecillos observada durante el estudio, asociada con la -- acumulación de unidades de calor.

Cuadro 2.- Eclosión de los huevecillos de la primera generación de A. nuxvorella en nueces de nogal pecanero en relación con los días-temperatura acumulados en cada muestreo. Villa Juárez, N.L. 1981.

Muestreo	Huev. eclos.	Eclos. Acum.	% Eclos. Acum.	Días-Temp. Acum. ^{1/}
Abril 29	3	3	4.0	977
Mayo 1	5	8	10.6	1022
" 6	27	35	46.6	1118
" 8	18	53	70.6	1155
" 10	14	67	89.3	1195
" 13	3	70	93.3	1252
" 15	1	71	94.6	1295
" 17	2	73	97.3	1346
" 23	2	75	100.0	1478

^{1/} A partir de 10 días antes de la brotación general de las yemas.

Se encontró correlación altamente significativa entre la - -

emergencia de la larva y la penetración por el sitio en la nuez donde fue colocado el huevo. Se estimó que el tiempo que transcurre entre la eclosión y la penetración a la nuez fue de por lo menos un día, lo cual coincide con lo reportado por McWhorter et al (1977).

Las primeras penetraciones en las nueces se observaron el 29 de abril, pero partiendo de que la primera larva detectada eclosionó el 26 de ese mes, se asume que la primera nuez en los racimos etiquetados fue penetrada el 28 de abril, cuando se habían acumulado 957 días-temperatura (Cuadro 4). En College Station, Texas, este evento se observa por primera vez a los 945 días-temperatura acumulados (Harris 1981).

El cuadro 3 presenta el registro de penetraciones hechas por larvas de la primera generación asociado con la acumulación de unidades de calor. Para efectos de estructuración del modelo de predicción en base a días-temperatura acumulados se estableció que el último evento observado correspondió a la primera penetración efectuada por la última larva eclosionada (mayo 29).

Cuadro 3.- Relación entre la penetración a la nuez pecanera por larvas de la primera generación de A. nuxvomella y los días-temperatura acumulados en cada muestreo. Villa Juárez, N.L. 1981.

Muestreo	Nueces penetr.	Penetr. Acum.	% Penetr. Acum.	Días-Temp.Acum. ^{1/}
Abril 29	2	2	1.09	977
Mayo 1	5	7	3.85	1022
" 6	16	23	12.64	1118
" 8	12	35	19.23	1155
" 10	15	50	27.47	1195
" 13	14	64	35.16	1252
" 15	19	83	45.60	1295
" 17	18	101	55.49	1346
" 23	31	132	72.53	1478
" 27	36	168	92.30	1571
" 29	14	182	100.00	1620

^{1/} A partir de 10 días antes de la brotación general de las yemas.

Las larvas de la primera generación mostraron cierta tendencia a penetrar en mayor grado por la base de las nueces en formación, aunque lo hicieron también por el ápice y en menor grado en la parte media de éstas. No se encontró preferencia por alguna nuez en especial dependiendo de su posición en el racimo, lo mismo es reportado por Ring (1981) en

College Station, Texas.

Estimación del Daño Producido por el Gusano
Barrenador de la Nuez

Las larvas de la primera generación estuvieron activas hasta el 20 de junio. Se encontró que una larva destruye en promedio 2.84 nueces/racimo, dejando sin dañar un promedio de 2.29 nueces/racimo. Ring (1981) reporta que en promedio la larva destruye entre 1.7 y 2.6 nueces/racimo, dejando un máximo de 3.1 nueces en el racimo sin daño. El tiempo promedio que tarda una larva de la primera generación en salir de una nuez y penetrar la siguiente se estimó en 3.67 días.

Bajo las condiciones del estudio, la primera generación del gusano barrenador dañó el 24.1% de las nueces de los racimos muestreados e infestó el 33% de estos últimos. En total, las distintas generaciones de este insecto dañaron el 15.75% de las nueces e infestaron el 36% de los racimos etiquetados. No se encontró preferencia por alguna de las variedades utilizadas por parte del barrenador.

Una alta incidencia de patógenos atacando las nueces se presentó de junio a agosto, lo cual pareció ser la causa para que las nueces perdieran su atractivo como substrato de oviposición de las hembras de A. nuxvorella en las generaciones

subsecuentes a la primera.

Caída de Nueces por Causas Indeterminadas

Inicialmente, al etiquetar los 400 racimos se registraron -- 1694 nueces ($\bar{X} = 4.24$ nueces/racimo); al final de la temporada se cosecharon 170 nueces. En total, y por diversas causas se perdieron el 89.96% de las nueces registradas, siendo la caída de nueces por daño del barrenador 16%, y el 84% restante por diversos factores no identificados, aunque se asume que al principio de la temporada, los cambios drásticos en las condiciones climáticas produjeron fuertes caídas de nueces.

Construcción del Modelo de Predicción de Eventos

Los días-temperatura se acumularon a partir del 3 de marzo, es decir, 10 días antes de la brotación general de las yemas del nogal (marzo 13). El muestreo se inició cuando se detectaron los primeros huevos (abril 24).

Los datos registrados durante el muestreo asociados con los días-temperatura acumulados, se utilizaron para construir el modelo de predicción (Cuadro 4). La información consignada en los cuadros 1, 2 y 3 relativa a oviposición de la genera-

ción invernante y eclosión y penetración de larvas de primera generación, fueron asociados con la acumulación de días-temperatura y se utilizaron para establecer las respectivas ecuaciones de regresión. En éstas se asignó X al evento biológico y Y a las unidades de calor acumulados. Mediante las ecuaciones de regresión se calcularon los valores promedio teóricos de días-temperatura acumulados para que ocurran los eventos propuestos con intensidades de 10,25,50,75 y 90%. -- Los eventos iniciales, significativos y finales fueron establecidos partiendo de los resultados reales obtenidos.

Cuadro 4.- Días-temperatura calculados para las fases de -- oviposición de la generación invernante, eclosión y penetración a la nuez de larvas de primera generación del gusano barrenador A. nuxvorella. Modelo de predicción basado en la acumulación de días-temperatura ^{1/}. Villa Juárez, N.L. 1981.

Porcentaje	Eventos que ocurren a días-temperatura acumulados		
	<u>Generación invernante</u>	<u>Larvas de la 1a generación</u>	
	Oviposición	Eclosión	Penet. a la nuez
1er. evento obser.	811	902	957
1er. evento signif. (4%)	-	-	1022
10	907	990	1076
25	973	1046	1169
50	1082	1140	1322
75	1192	1233	1477
90	1258	1289	1569
Ultimo evento obser.	1478	1478	1620

^{1/} A partir de 10 días antes de la brotación general de las yemas.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó esta investigación y de acuerdo con los resultados obtenidos se establecen las conclusiones siguientes:

La emergencia de los adultos de la generación invernante de Acrobasis nuxvorella Neunzig coincide prácticamente con la aparición de las primeras nuececillas en el nogal pecanero.

Las hembras de la generación invernante tienen preferencia por ovipositar en el ápice de la nuez, *mas que* en la base y parte media de ésta, y no muestran preferencia por una nuez en especial del racimo.

La mortalidad más alta de los huevecillos en la primera generación sucede en su "fase blanco" existiendo por otra parte una correlación altamente significativa entre la eclosión y la penetración a la nuez por el sitio donde el huevo fue colocado.

Las oviposiciones de las hembras de la generación invernante tienden a ser en lugares protegidos de la incidencia de los rayos solares y de los vientos prevalentes.

La penetración al fruto por las larvas de la primera - generación se realiza por lo menos un día después de emer^{gidas}, existiendo preferencia por hacerlo por la base más que en otros sitios.

Racimos infestados con al menos una larva de la primera generación presentan más nueces dañadas que sanas.

Los eventos oviposición de las hembras de la generación invernante, eclosión y penetración al fruto por larvas de primera generación ocurren a los 811, 902 y 957 días-temperatura acumulados respectivamente (contados a partir de 10 días antes de la brotación general de las yemas).

La última oviposición de las hembras de la generación invernante y la eclosión de esta oviposición ocurre a -- los 1478 días-temperatura acumulados contados en la misma forma.

La última penetración a una sola nuez por la última-larva de la primera generación ocurre a los 1620 días-temperatura acumulados, contados en la forma citada anteriormente.

BIBLIOGRAFIA

- Bilsing, S.N. 1926. The life history and control of the pecan nut casebearer (Acrobasis caryae). Tx. Agric.-Exp. Stn. Bull. 328. 77 pp.
- Coppock, S. 1973. Casebearer control by aircraft. The Pecan Quart. 7 (3): 10.
- Harris, M.K. 1981. Predicting pecan nut casebearer activity using a day degree model. Tex. Agric. Ext. Serv., TAMU Syst. Coll. St. VSA.4 pp.
- Mc Whorter, G.M.; J.G. Thomas; M.K. Harris y H.W. Van Clave 1977. Pecan Insects of Texas. Tx. Agric. Ext. Serv. - TAMU. Coll. st. Publ. M.P. 1270. 18 pp.
- Ring, D.R. 1981. Predicting Biological events in the life-history of the pecan nut casebearer Using a degree day model. A Dissertation. Tex. A&M Univ. USA.
- Siegel, S. 1976. Estadística no paramétrica. Ed. Trillas - 3a. Ed. pp. 13-6, 233-45.
- Southwood, T.R.E. 1971. Ecological Methods, with particular reference to the study of insect populations. 3a. Chapm. and Hall. G. Brit. pp. 277-308.

INTRODUCCION

En la actualidad el combate de insecto debe hacerse en función ecológica, partiendo de la base que es necesaria la convivencia con las especies llamadas "plagas". Ninguna especie en la naturaleza es nociva, lo que realmente sucede es que el hombre las induce a serlo.

Para reducir poblaciones, en el pasado el hombre recurrió a los más cruentos métodos que no solo mataban a los insectos, sino que ejercieron una fuerte presión contaminante en el ambiente. Esa forma de pensar y actuar debe relegarse al pasado, lo más correcto es buscar nuevas formas de combate que sean inocuas al ecosistema, eficientes y oportunas y que impliquen el conocimiento biológico de la especie y la evaluación real del daño que produce.

En cultivos industriales, como es el nogal pecanero (Carya illinoensis Koch), en donde el uso de variedades mejoradas y la práctica del monocultivo es común, una gran afluencia de plagas y enfermedades aparecen en el ciclo de producción, así, se tiene que el gusano barrenador de la nuez (Acrobasis nuxvorella Neunzig) se ha convertido en la plaga más importante en los Estados Unidos y México.

Por tratarse de un insecto que penetra dentro del fruto, combatirlo cuando ya lo ha hecho no solo resulta inútil sino que también constituye una forma irracional de contaminar el ambiente. La detección del momento en el que el insecto es más vulnerable y puede ser combatido más fácilmente sin perjuicio del ambiente adquiere entonces importancia relevante.

En la presente investigación se asociaron parte de los eventos más sobresalientes de la biología de este insecto con la temperatura ambiental, con el objetivo de establecer las bases para la construcción de un modelo en base a días-temperatura acumulados, para predecir la ocurrencia de eventos significativos de la generación -- invernante y de la primera generación de la especie.

En el caso de insectos, este tipo de modelos constituyen una valiosa herramienta en la práctica del combate integrado, ya que se puede establecer el momento apropiado para la aplicación de productos químicos o para la liberación de enemigos naturales de la plaga, lo cual garantiza la eficiencia del combate.

LITERATURA REVISADA

Este capítulo incluye temas relacionados con la planta de nogal pecanero (Carya illinoensis Koch); aspectos biológicos del gusano barrenador de la nuez; la influencia de la temperatura sobre los insectos y métodos de -- predicción de eventos biológicos en base a temperatura -- acumulada, en insectos. Una revisión bibliográfica exhaustiva realizada, indica que estudios semejantes no se han desarrollado anteriormente en México, únicamente en los Estados Unidos.

Aspectos Generales del Nogal Pecanero

Origen y distribución.- la explotación comercial del nogal en norteamérica tuvo su inicio por el año de 1880. En ese tiempo, se relata que varios kilogramos de nueces fueron llevadas a Texas, por indios que procedían de los valles ribereños aledaños y que colonizaron el lugar estableciendo los primeros huertos rústicos. Esto pone evidencia que el cultivo del nogal es nuevo comparado -- con otros cultivos frutícolas y prácticamente ha sido en este siglo cuando se ha desarrollado su propia tecnología de producción (Brison 1976).

El nogal pecanero se considera nativo de América del-

Norte, localizándose su origen en el sureste de los Estados Unidos y noreste de México, siendo en el primero el más importante de los cultivos frutícolas (Duarte 1967, - Garza 1968). En México, el segundo productor mundial de nuez pecanera, los estados de Nuevo León, Coahuila y Chihuahua explotan la mayor superficie de nogales mejorados y criollos (Garza 1968, Treviño 1981). En Nuevo León los municipios de El Carmen y Bustamante al norte, y Rayones al sur son los más productores. Entre las variedades más utilizadas se encuentran Wichita, Mahan y Western (Flores 1973).

Taxonomía, descripción botánica y fenología.- Esta especie está incluida en la división Tracheophyta, subdivisión Pteropsida, clase Angiosperma, subclase Dicotyledonea y familia Juglandaceae. Esta familia incluye por lo menos 14 especies conocidas entre las que se encuentra el nogal pecanero Carya illinoensis Koch (Adriance 1931, Correa 1972). La planta de nogal pecanero es perenne en su crecimiento y prácticamente inicia su actividad productiva a los seis años de edad. Los tallos se caracterizan por poseer yemas las cuales prácticamente son tallos rudimentarios. Una yema tiene un eje central, meristemo-terminal, entrenudos cortos, escamas foliares rudimentarios y primordios de yemas laterales. Las yemas pueden--

ser terminales y axilares siendo el crecimiento de las segundas el que produce la ramificación de la planta (Brison 1976, Rojas 1965).

El árbol de nogal es caducifolio, sus hojas forman una región de abscisión natural al final de cada temporada de crecimiento y luego caen (Hanckoc 1969). El nogal-pecanero es una planta monoica que produce flores estaminadas o masculinas y flores pistiladas o femeninas, separadamente en el mismo árbol. Las primeras llamadas amentos, nacen de yemas terminales y laterales en brotes de un año de edad, particularmente de yemas laterales primarias. El amento es una espiga constituída por un eje central corto del cual nacen tres pecíolos flexibles, cada uno con numerosas flores sésiles, generalmente en número mayor de 50 por pecíolo. Cada flor consta de una bráctea foliar con tres a cinco anteras; al llegar a la madurez las anteras se dividen longitudinalmente debido a un secamiento desigual de las paredes de la antera; entonces el polen es descargado (Brison 1976, Hancock 1969).

Flores pistiladas aparecen como inflorescencias terminales en los brotes jóvenes del año que transcurre. Los brotes que las producen se desarrollan de yemas laterales o terminales de ramas que crecieron durante el ciclo anterior. La diferenciación de las flores en una yema, el

crecimiento de la yema y el de la inflorescencia hasta un tamaño identificable fácilmente, son sucesos continuos que acontecen al final del invierno y a principios de la primavera. La aparición de flores femeninas es variable y depende de la variedad y el clima donde esté la planta ción (Castro 1971, Brison 1976, Hancock 1967).

El desarrollo de la nuez requiere una polinización y fertilización efectiva. La polinización se realiza tres a cuatro semanas después de la brotación, efectuándose dos a cuatro horas antes de la salida y puesta del sol. Este proceso requiere que la humedad relativa sea menor de 85%. Sin fertilización, las nuececillas caen en el transcurso de 30 a 40 días y, puesto que el nogal no es partenocárpico, si la dispersión del polen y la receptividad del pistilo no coinciden y si no hay polen para efectuar polinización cruzada, no habría producción de nueces. Las nuececillas de un racimo se vuelven receptoras durante un período de seis a nueve días influenciando este proceso las condiciones climatológicas prevalentes y la falta de agua en los períodos críticos (Castro 1971).

El fruto del nogal es un drupa de forma ovoide u oblonga, compuesta por cuatro valvas denominadas ruezno, de color verde, carnosas y de sabor amargo, al madurar éstos se vuelven de color negro y se separan. La almen-

dra de la nuez (los cotiledones) es muy rica en nutrientes de tal forma que aporta más calorías que la carne de res por unidad de peso (Anónimos 1969 y 1980).

Problemas Parasitológicos del Nogal

El nogal pecanero es una de las especies frutícolas más atacada por una amplia gama de insectos, hongos, bacterias y nemátodos. El rendimiento total y el tamaño y calidad de la nuez pueden ser reducidos por más de 20 especies de insectos y ácaros. Con la tendencia actual de desechar las variedades criollas ó nativas en las cuales cada árbol es diferente genéticamente, el daño por insectos ha sido más severo. Este daño es tal que puede impedir la maduración de las nueces y hasta dañar al árbol de tal manera que la producción del próximo año es drásticamente reducida (Payne y Tedders 1981).

Insectos del Nogal en México.- Se reportan numerosos insectos-plaga. Así, atacando al fruto, sobresalen el barrenador de la nuez, Acrobasis nuxvorella N. (Lepidoptera: Pyralidae), el barrenador del ruezno, Laspeyresia caryana F. (Lepidoptera: Olethreutidae), la chinche verde apestosa, Nezara viridula (Hemiptera: Pentatomidae) y la chinche patona, Leptoglossus phyllopus (Hemiptera: Coreidae) (Anónimo 1976, Mc Whorter et al 1977, Ortiz 1972).

Entre los insectos que atacan al follaje están el gusano barrenador de la hoja, Acrobasis juglandis (Lepidoptera: Pyralidae), el salivazo, Clastoptera dehatina (Homoptera: Cercopidae), el gusano telarañero, Hyphantria cunea D. (Lepidoptera: Arctiidae), el gusano del nogal - Datana integerrima G.y R. (Lepidoptera: Notodontidae), el pulgón amarillo, Monellia costalis F. (Homoptera: Aphididae), el pulgón negro, Tinocallis caryafoliae (Homoptera: Aphididae), la filoxera del nogal, Phylloxera notabilis P. (Homoptera :Phylloxeridae), el minador de la hoja, Nepticula juglandifoliella C. (Lepidoptera: Nepticulidae) (Anónimo 1976, Ortiz 1972, Romberg et al 1969, Mc Whorter et al 1977). Además se ha reportado un ácaro que ataca el follaje (Tetranychus hicoriae McG.) (Payne y Tedders 1981).

El tallo y las ramas pueden ser atacadas por el barrenador del tronco, Chrysobothris femorata O. (Coleoptera: Buprestidae), el barrenador de las ramas, Xylobiops basillare S. y termitas del género Reticulitermes (Mc Whorter et al 1977).

Patógenos del nogal en México.- Otros problemas serios son las enfermedades entre las que sobresalen, atacando al fruto, la roña del nogal y el mal rosado, causadas-

por los hongos Fusicladium effusum W. y Trichothecium-roseum L. respectivamente. Atacando la raíz, la Pudrición Texana causada por el hongo Phymatotrichum omnivorum S.y D. y al cuello de la raíz, la bacteria Agrobacterium tumefaciens (E.F. Sm. y Towns) Conn. Los nemátodos más importantes que atacan las raíces del nogal son Meloidogyne sp. Pratylenchus sp. (Anónimo 1976, Brison 1976).

Deficiencias nutricionales.- Con respecto a problemas de deficiencias nutritivas la más importante es la roseta del nogal producida por insuficiencia de zinc. En los casos de severa deficiencia de este elemento el rendimiento se reduce a niveles económicamente intolerables. Los síntomas de la deficiencia de zinc en el nogal se manifiestan por la formación de folíolos angostos y ondulados, acortamiento de entrenudos, clorosis intervenal, rosetado consistente en el desarrollo de hojas irregularmente distribuidas en racimos con excesivo número de folíolos, reducción del rendimiento y eventualmente muerte regresiva de los brotes (Storey y Anderson 1970, Pimentel 1978).

El Barrenador de la Nuez, Acrobasis nuxvorella
Neunzig

Importancia económica.- El gusano barrenador de la -

nuez es la plaga más importante tanto en algunas regiones de México como de los Estados Unidos de América. En México, el nogal pecanero se cultiva en 18 estados. En 1980 se produjeron 25,000 ton a nivel nacional, siendo Chihuahua, Coahuila y Nuevo León los estados más productores de nuez (Soto 1981). Sin embargo, debido a las plagas, entre las cuales sobresale el barrenador de la nuez, sufren anualmente pérdidas de más del 80% de la cosecha (Anónimo 1976). La pérdida de frutos por daño de A. nuxvorella es variable y depende de factores tales como la variedad utilizada, las condiciones climáticas (más que todo durante los meses de marzo, abril y mayo), presencia de parásitos y predadores, etc. (Bilsing 1925, Nickels 1937).

En los Estados Unidos, Coppock (1973) reporta que en nogales nativos de Oklahoma una fuerte infestación de este insecto puede destruir hasta el 90% de las nueces; Bilsing (1921) a su vez, informa que en College Station, Texas se han detectado infestaciones del 94%. Harris y Van Cleave (1974) aseguran que más del 90% de las plantaciones de nogal en Texas se encuentran infestadas con este insecto, su importancia es relevante dado que dicho estado es el tercer productor de nuez en los Estados Unidos con una producción de más de 10,000 ton en 1980 (Murfield et al 1981). En Texas, se puede asegurar que es el insecto

más destructivo que ataca a la nuez y se encuentra distribuido principalmente al este y al centro de ese estado - (King 1954).

El barrenador de la nuez ejerce su mayor presión destructiva en los estadios larvarios de la primera generación proveniente de la generación invernante, aproximadamente en el mes de mayo y principios de Junio (Moznete - 1935). Debido a que este insecto inverna en forma de larva oculto en las yemas en dormancia, su presencia es difícil de detectar y puede ser así propagado a áreas libres de la plaga cuando se utiliza material vegetativo - infestado para injertar. (Neeb et al 1976).

Clasificación Taxonómica.- De acuerdo con la clasificación sistemática de Borror et al (1976) el gusano barrenador de la nuez se ubica en las siguientes taxas: phylum Arthropoda, subphylum Mandibulata, clase Insecta, -- subclase Pterigota, división Microlepidoptera, orden Lepidoptera, suborden Frenatae, superfamilia Pyralidoidea, - familia Pyralidae, género Acrobasis y especie nuxvorella.

Esta especie ha sido confundida con Acrobasis caryae y A. elyi y ha sido equivocadamente llamada A. caryae, A. caryivorella y A. hebecella (Sanderson 1904 y Dyar 1908-

citados por Ring 1981). Neunzig en 1970 describió al gusano barrenador y lo designó como Acrobasis nuxvorella (Ring 1981).

Biología, hábitos y naturaleza del daño.- Este insecto presenta metamorfosis completa, de tal manera que su desarrollo comprende cuatro estados de vida. Además es multivoltino presentando hasta cuatro generaciones en el año (Bilsing 1925).

Al principio de la primavera, al tiempo que se inicia la brotación, la larva parcialmente desarrollada de la generación invernante emerge de un pequeño cocón denominado hibernáculo (figura 1), el cuál está casi siempre fijado en la base de una yema en dormancia. Menos frecuentemente se le encuentra también en los retoños sobre las ramas más largas, en cicatrices de poda y depresiones formadas por las pequeñas ramas laterales (Ball et al 1979, Mc Whorter et al 1977, Thomas y Hancock 1968). La larva invernante se alimenta primero de las yemas y vástagos en desarrollo por lo menos durante dos días, -- causando el marchitamiento y muerte de estos órganos. -- Después de este lapso penetra los brotes tiernos para pupar (Ball et al 1979, Thomas y Hancock 1968), aunque la pupación puede realizarse también en los hibernáculos o-

en la corteza rugosa de las ramas más viejas. Las larvas de las subsiguientes generaciones se alimentan de las nueces a finales de la primavera y en el verano pupan en cocones dentro de la nuez inmadura (Bilsing 1921, 1925).

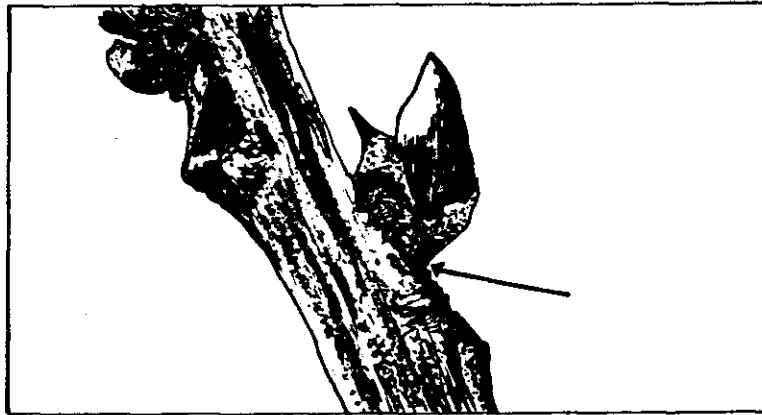


FIGURA 1. Posición del hibernáculo de una larva de la generación invernante de A. nuxvorella en la base de la cara interna de una yema en dormancia.

El adulto del barrenador es una palomilla color gris claro de 7 a 9 mm de largo y con una envergadura alar de 20 a 22 mm. Las alas son grises y las anteriores tienen un cinturón de escamas oscuras aproximadamente a un tercio de distancia de la base. Las palomillas tienen hábitos nocturnos prevaleciendo la actividad de los machos y hembras de 6 a 9 y de 3 a 6 horas después de la puesta

del sol, respectivamente (Bilsing 1925, Calcote et al -- 1972). Los adultos que son capaces de volar varias millas y que viven probablemente de tres a cinco días, se ocultan en lugares protegidos durante el día (Blising 1925, Anónimo 1981).

Las palomillas de la generación internante emergen a finales de abril y durante el mes de Mayo. Dos o tres días después de haber emergido, las hembras ovipositan entre 50 a 150 huevecillos en los extremos de las nuececillas tiernas, aún cuando la nuez está más desarrollada la oviposición la ejecutan en cualquier lugar. Los huevecillos apenas visibles a simple vista tienen forma elíptica, están finamente reticulados y miden de 0.56 a 0.65 mm de largo por 0.34 a 0.36 mm de ancho. A principio son de color blanco verdoso (Figura 2), pero horas más tarde aparecen manchas rojizas que le dan un aspecto rosado y finalmente se tornan rojizos. Después que la larva eclosiona el corión se queda adherido al substrato y presenta una coloración blanca opaca. La incubación dura de cuatro a nueve días, dependiendo de las condiciones climáticas (Bilsing 1925, Ring 1981).

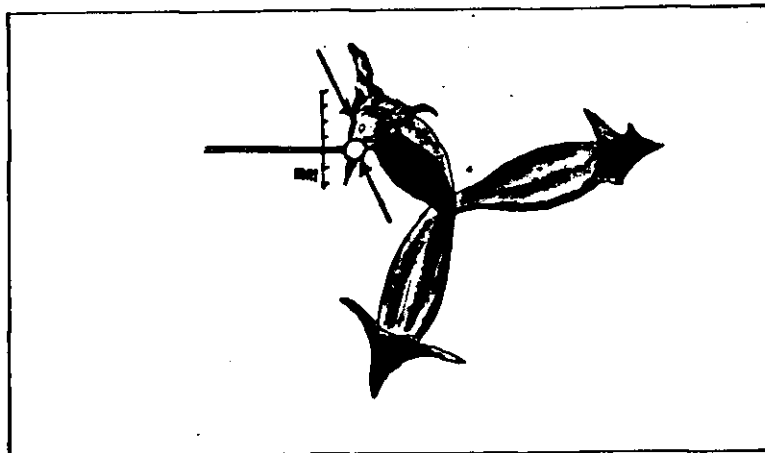


FIGURA 2. Tamaño comparativo de un huevo de A. nuxvorella depositado sobre el estigma de una flor de nogal pecanero. Arriba: huevecillo; abajo: cabeza de alfiler entomológico (0.9 mm diámetro).

La larva recién emergida es de color blanquecino a rosado y más tarde se vuelve de color gris a verde olivo alcanzando una longitud hasta de 12.7 mm. Antes de puparse torna de color verde jade. La primera generación de larvas migran inicialmente a las yemas situadas debajo de las nuececillas para alimentarse, pero después de uno o dos días penetran las nueces generalmente por la base. Es frecuente que una sola larva destruya varias o todas las nuececillas de un racimo, dejando en las nueces dañadas los característicos residuos de excremento e hilos de seda proyectándose hacia afuera desde el lugar de la-

penetración (figura 3) (Bilsing 1925, Mc Whorter et al-1977).

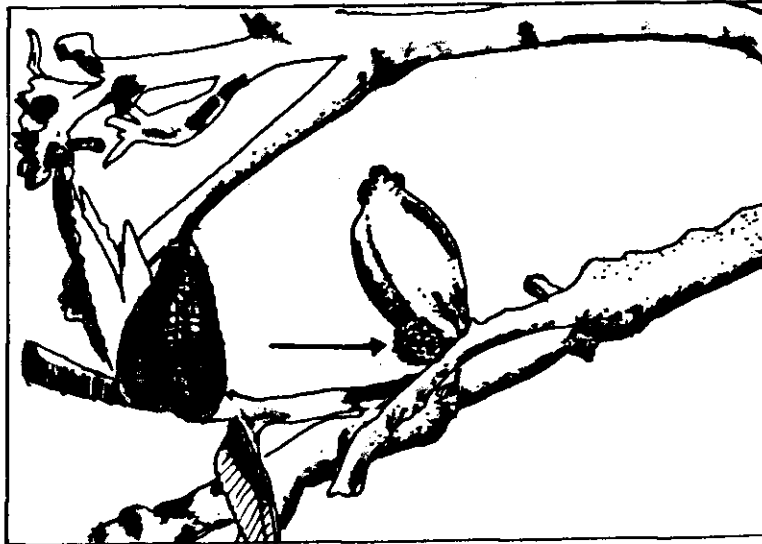


FIGURA 3. Masa de excremento característica en la base de una nuececilla en formación barrenada por la larva de A. nuxvorella.

Alcanzando su desarrollo completo la larva pupa en la nuez y emerge como adulto 42 a 45 días después, en el mes de Junio ó a principios de Julio.

La pupa mide de 6.9 a 8.1 mm de largo y 2.1 a 2.6 mm de ancho (Neunzig citado ^{por} Ring 1981), al principio es de color verde jade y luego se vuelve pardo-amarillenta y después toma una coloración parda. En el extremo del abdomen la pupa del gusano barrenador presenta cuatro setas con los extremos ligeramente curvados y cremásteres a los lados del eje longitudinal (Bilsing 1926).

Los adultos de la primera generación ponen sus huevos en las estrías y depresiones de las nuececillas sobre los extremos o en la base de las mismas. Los huevecillos eclosionan en cuatro o cinco días y las larvas penetran a la nuez generalmente en la base barrenando su interior. Debido a que la nuez ha crecido ya considerablemente, una larva no destruye tantas nueces como las larvas de la primera generación. Las larvas pupan desde mediados de Junio hasta finales de agosto y emergen como adultos finales de Julio hasta principios de Septiembre (Mc Whorter et al 1977, Bilsing 1925).

Esta segunda generación puede ser problema en algunas regiones, aunque su daño es muy variable de un año a otro. Su presencia y abundancia puede determinarse a través del muestreo de por lo menos 200 racimos (Anónimos 1981a).

Las palomillas de la segunda generación depositan sus huevos en las estrías del extremo y base de la nuez, igual como lo hacen las de la primera generación. Estos huevos dan lugar a la tercera generación, que por ocurrir cuando la cáscara de las nueces se ha endurecido, sólo podrá penetrar unas pocas, prefiriendo las larvas alimentarse del ruezno o buscar un refugio en los racimos con

nueces abundantes donde seguirá alimentandose. Algunas de las larvas de esta generación construyen hibernáculos y otras continúan desarrollando hasta pupar, entonces los adultos aparecen a finales de Agosto hasta Octubre (Bilsing 1925, Mc Whorter et al 1977).

Los adultos de la tercera generación ponen huevecillos que forman la cuarta y última generación. Si las nueces son aprovechables, su ruezno constituye el principal alimento para esta generación; si no hay nueces, la larva se alimenta de las yemas y hojas y enseguida construye el hibernáculo para subsistir durante el invierno.

Este evento sucede generalmente a mediados de noviembre, aunque depende mucho de las condiciones del ambiente (Mc Whorter et al 1977).

La Temperatura y su Influencia en los Insectos

La temperatura y su relación con los insectos ha sido estudiada ampliamente en los últimos años. Su efecto es definitivo en la vida de los seres vivos en general, y afortunadamente su medición resulta sumamente fácil (Bravo 1976). Es importante considerar, sin embargo, que en muchas ocasiones la temperatura no actúa por sí sola

existiendo otros factores, como la luz que pueden interactuar con ella. Al respecto Chapman (1971), menciona que ésta última afecta a la temperatura, y está a su vez al sistema del insecto, es decir, al metabolismo, reproducción comportamiento e incluso a su forma.

Los insectos por ser poiquilotérmicos carecen de mecanismos precisos de regulación de la temperatura en su organismo. De esta manera siguen de cerca la temperatura ambiente, la razón fundamental por la cual dicho factor ejerce influencia relevante en su vida (Chapman 1971, Wigglesworth 1972).

La temperatura tiene un efecto considerable desde el punto de vista de la población de insectos, ya que al determinar la regulación del metabolismo y desarrollo, determina también el modelo básico del ciclo de vida de muchos insectos. Así, las especies univoltinas son directamente limitadas por la temperatura o indirectamente por los efectos de ella sobre otros organismos de los que dependen para su alimentación (Atkins 1978).

Percepción de la temperatura.- Actualmente no se han encontrado evidencias para asegurar que los insectos posean receptores especializados de temperatura. En Rhodnius (Hemiptera: Reduviidae), la percepción de la tempe-

ratura se le ha atribuído a los sensilios tricoideos de las antenas. Experimentos de eliminación de órganos y apéndice del cuerpo indican la presencia de sensilas termosensitivas en las antenas de varios insectos, aunque no se aporta una adecuada explicación electrofisiológica que lo demuestre. En chapulines, la sensibilidad a la temperatura está distribuída por todo el cuerpo, aunque antenas y tarsos son más sensibles que otros órganos (Bravo-1976, Chapman 1971).

Temperaturas vitales.- Los cambios en la temperatura interna del cuerpo son más lentos que los cambios en la periferia de tal forma que el sistema nervioso se ve afectado en su totalidad solamente por cambios muy persistentes en la temperatura exterior. Sin embargo, algunos insectos pueden percibir pequeñas diferencias en la temperatura del aire. Así, Cimex (Hemiptera: Cimicidae), la chinche de cama, es sensible a cambios menores de 1°C (Chapman -- 1971).

Dependiendo de la especie los procesos metabólicos se vuelven óptimos a determinadas temperaturas. Por lo general el aumento de la temperatura incrementa la tasa metabólica, pero a temperaturas que se acercan a los límites el metabolismo disminuye drásticamente (Sanderson 1910).-

Cada especie de insecto tolera un rango de temperatura en la cual sobrevive. A este rango se le llama "Zona de Temperatura efectiva o tolerable", y en ella hay una diferencia óptima en el rango de temperatura para cada función - que el insecto realiza. Por ejemplo, una especie determinada puede vivir en una zona entre 5° y 45°C, los insectos voladores requieren generalmente entre 18° y 36°C y otros sobreviven abajo de 0 °C. Empíricamente se ha establecido que los insectos realizan diferentes actividades a diferentes temperaturas. Así se dice que el límite de la zona letal baja se ubica a los 5°C, la zona de movimientos básicos comprende de los 7.5 a 40°C, la zona de desarrollo entre 10 y 34°C, la de alimentación va de 14 a 36°C, de vuelo de 18 a 40°C y la zona letal alta se inicia a los 45°C. En general la zona tolerable para los insectos oscila entre los 5° y los 45°C, si los insectos son expuestos por un tiempo fuera de esta zona sobreviene su muerte (Atkins 1978, Bravo 1976, Chapman 1971, Wigglesworth 1972).

En el caso del barrenador de la nuez, el límite de la zona letal baja se ha establecido en 3.3°C. Esta representa la temperatura más baja a la que el gusano barrenador de la nuez puede desarrollarse (Harris 1981).

Predicción de Eventos Biológicos con Base en la Acumulación de Temperatura

El desarrollo en los insectos es mas una función de la cantidad de calor requerido para realizarlo, que una función de tiempo, de tal forma que esta cantidad es medible y constante para completar un determinado estado de desarrollo, independientemente de las fluctuaciones de la temperatura ambiental (Baskerville y Emin 1969, Bravo 1976). La cantidad de calor en estos casos se mide en unidades de temperatura denominadas días-temperatura (días-grado en inglés). Dicha unidad se define como "una temperatura de un grado actuando por un período de un día" -- (Glenn 1922).

La aparición de las poblaciones de insectos, por ejemplo, puede predecirse aproximadamente a través de la acumulación de unidades de temperatura, con lo cual se puede determinar el momento adecuado para el combate de una -- plaga. La acumulación de temperatura está basada en la teoría de termales constantes que establece que la velocidad de desarrollo de un insecto es proporcional a la temperatura relacionada con el desarrollo dentro de un rango dado (Strong y Apple 1958). La termal constante para insectos se define como la acumulación de la temperatura media -- diaria cerca del punto crítico de las especies, que inducirá al insecto a emerger de la hibernación o a transformarse de un estado a otro (Sanderson 1910).

Estudios sobre predicción de eventos biológicos han sido realizados por muchos investigadores durante los últimos 200 años, y se han efectuado tanto en insectos como en plantas (Anónimo 1960, Abrami 1972 e Idso et al -- 1978). Según investigaciones realizadas en Texas, las -- predicciones pueden ser hechas para un área de pocos cientos de kilómetros cuadrados usando una estación meteorológica central que registre temperaturas, si dicha área es relativamente uniforme (Harris 1981).

Para la estructura de modelos matemáticos donde se use la acumulación de días-temperatura para la predicción de eventos biológicos en insectos hay que tomar en cuenta tres factores básicos: el método y fórmula para calcular las unidades de calor, el umbral de temperatura apropiado para el desarrollo del individuo y la fecha para iniciar el registro de calor acumulado (Ives 1973, Sevacherian et al 1977).

El umbral de temperatura ó temperatura base representa la temperatura más baja a la que un insecto se desarrolla y ya que éste no se puede desarrollar reversiblemente, se asume que no ocurre desarrollo alguno por debajo de dicho umbral (Harris 1981).

Los métodos para el cálculo de las unidades de calor-

son variados, siendo el más simple el propuesto por Lindsey y Newman (1956) citados por Sevacherian et al (1977). Este consiste en utilizar procedimientos de triangulación cuya simplicidad lo hace fácilmente aplicable en situaciones donde el uso de computadoras es imposible. Una desventaja de este método es que asume que la segunda temperatura mínima diaria es igual que la primera. El método de triangulación puede utilizarse para tres situaciones diferentes, estableciéndose para cada una la manera de calcular los días-temperatura. En la primera temperatura mínima y la máxima están abajo de la temperatura umbral; en este caso los días-temperatura son igual a cero. En la segunda la temperatura mínima se encuentra abajo del umbral (T) y la máxima arriba de éste; en esta situación para calcular las unidades de calor se utiliza la fórmula:

$$\text{Días-temperatura} = \frac{6 (\text{Máx}-T)^2}{\text{Máx} - \text{Mín}}$$

En la tercera las temperaturas se encuentran arriba del umbral (T), entonces se utiliza la fórmula:

$$\text{Días-temperatura} = 6 (\text{Máx} + \text{Mín} - T^2)$$

El método descrito por Harris (1981) que establece el cálculo de unidades de calor para predecir eventos biológicos en A. nuxvorella, utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Días-Temperatura} = \frac{\text{Temp. Máxima} - \text{Temp. Mínima} - 3.3^{\circ}\text{C}}{2};$$

en donde 3.3°C es la temperatura umbral ó base. La fórmula está basada en la ecuación descrita por AliNiazze (1976) y la principal suposición es que la curva de temperatura diurna es similar a la curva trigonométrica, la cual es simétrica y uniforme. Basado en esta suposición la temperatura media del día la cual es necesaria para el cálculo, viene a ser el promedio de la máxima y la mínima. La técnica permite el uso de un umbral bajo ó alto y tiene una precisión de más ó menos 5% (Baskerville y Emin 1969).

Exceptuando el nivel de precisión, dos limitaciones existen en la estimación de la acumulación de calor en este último método. (1) El método prevee únicamente la medición de uno de los muchos parámetros ecológicos que influyen en el desarrollo. Obviamente no se puede contar solamente con la acumulación de calor para explicar toda la variación en una respuesta biológica. (2) Existen dos suposiciones implícitas en el uso de unidades de calor acumulado: se asume que la respuesta del animal a la temperatura es lineal y que dicha respuesta es constante a través del período de desarrollo y, se supone que los umbrales de temperatura biológicamente significativos para los distintos estados de desarrollo del insecto se encuentran establecidos (Baskerville y Emin 1979).

Con respecto a la determinación del inicio del registro de temperatura AliNiazze (1979) manifiesta que se puede establecer mediante el estudio de la biología del insecto durante varios años, de tal manera que se pueda establecer un patrón de emergencia del adulto y partir de ahí para acumular la temperatura.

Varios autores citados por Ring (1981) sugieren algunas maneras de iniciar el registro, por ejemplo se puede establecer una fecha arbitraria; comenzar con la ocurrencia de un evento biológico particular; iniciar el registro cuando la temperatura máxima de un día exceda un valor particular; comenzar con la primera captura de un insecto adulto en una trampa ó utilizar todas las posibles fechas desde enero 1 hasta junio 1 y minimizar las desviaciones estándar para determinar la mejor fecha. En el caso de A. nuxvorella, la fecha de inicio de los registros y la temperatura base para obtener la más precisas predicciones fueron determinadas en College Station, Texas, usando registros de temperatura y datos de campo durante el período 1918-23. Así se estableció que las unidades de calor deben ser acumuladas desde 10 días antes que la brotación de las yemas de los nogales ocurra, y utilizar una temperatura base de 3.3°C. (Harris 1981, Ring 1981).

Estudios sobre predicción de eventos biológicos de A.

nuxvorella únicamente se han realizado en los Estados Unidos. Estos se iniciaron en Monticello, Florida en el año de 1934 y se continuaron, hasta perfeccionarse en los años de 1979-1981 en Texas (Ring 1981). Para este estado, Harris (1981) reporta un modelo de unidades de calor para predecir la actividad de este insecto, el cual se presenta en el cuadro 1.

CUADRO 1.- Número promedio de unidades de calor calculadas para la ocurrencia de distintos eventos biológicos de A. nuxvorella basadas en el modelo de unidades de calor con una fecha de inicio de diez días antes de la brotación y una temperatura umbral de 3.3°C (Harris 1981).

Eventos que ocurren a días-temperatura acumulados

Porcentaje	Generación		Invernante		Larva 1a. genera.
	Pupación	Emergencia de adultas	Oviposición	Eclosión	Entrada a la nuez
1er evento observado	443	732	783	916	945
1er evento significativo	-	-	-	-	1000
10	513	827	995	1025	1043
25	569	888	1047	1098	1149
50	639	949	1056	1128	1169
75	711	1018	1081	1246	1298
90	767	1061	1174	1296	1357
Ultimo evento observado	946	1172	1327	1394	1432

Thomas y Hancock (1968) proponen, para cerciorarse de la pupación

el uso de piezas de cartón corrugado de 10 a 15 cm de ancho con las cuáles se bandean completamente las ramas -- justo donde comienza la corteza áspera de éstas. Para verificar la presencia de adultos en el ambiente, Boethel et al (1979), recomiendan colocar trampas con lámparas de luz negra en lugares representativos de la plantación, y para detectar la oviposición de las hembras de la generación invernante, Harris (1981) sugiere muestrear diariamente 20 racimos distribuídos al azar de cada uno de 20-árboles.

MATERIAL Y METODOS

La presente investigación fue realizada en el rancho "Los Martínez", situado en el municipio de Villa Juárez, Nuevo León, 3 kms al sur del poblado de San Roque. La propiedad tiene una extensión de 60 has, de las cuales 30 has están dedicadas al cultivo mixto de nogal pecanero, toronja y aguacate. El estudio se realizó durante el período comprendido entre enero y octubre de 1981.

Ubicación y Condiciones Climato-Edafológicas del Lugar Donde se Realizó el Estudio

El rancho "Los Martínez" se encuentra ubicado a los 25°34' de latitud norte, 100°10' longitud oeste y una altura de 521 msnm. La región en donde está la plantación se caracteriza por tener un clima semicálido, subhúmedo, con lluvias escasas todo el año. La temperatura media anual, según registros de 1925 a 1975 fluctúa entre 22° y 24°C; la temperatura del mes más frío oscila entre 3 y 18°C y la precipitación total anual varía de 500 a 600 mm. Los suelos son vertisoles presentando grietas anchas y profundas en la época de sequía. Son suelos duros arcillo rojizos masivos. La vegetación aledaña es matorral submontano y agricultura de temporal (Anónimo 1981b).

El área de estudio comprendió la plantación mixta de nogal, toronja y aguacate. Los árboles de nogal tienen - actualmente entre 8 y 10 años de edad y están sembrados - en marco real a 15 mt de distancia. Las variedades de no - gal incluye Wichita, Mahan, Western y Criolla. Para efec - tos del estudio se utilizaron 14 y seis árboles de las - dos primeras variedades respectivamente.

Selección del Material Para el Muestreo

Los árboles seleccionados por su uniformidad de tama - ño fueron marcados numerando la base del tallo con pintu - ra roja. En cada uno de ellos a su vez fueron marcadas y numeradas entre tres y cinco ramas. En cada rama se esco - gieron y etiquetaron al azar, y en todos los puntos car - dinales, entre cuatro y siete racimos, de tal manera que por cada árbol se etiquetaron 20 racimos. Se separaron - además cinco racimos extra por árbol con el objeto de -- utilizarlos como control para que al finalizar el estudio se pudiera determinar si la manipulación de los racimos - tendría algún efecto sobre la caída de las nueces.

Condiciones y Método de Muestreo

En este estudio se consideró como individuo a cada -

racimo etiquetado y las variables a estudiar básicamente fueron la oviposición, eclosión y la penetración a la nuez de la primera generación de A. nuxvorella. El marco se consideró virtual con individuos reales y el muestreo fue al azar.

Aún cuando la búsqueda de huevecillos comenzó antes de la brotación de las yemas, el muestreo formal se inició a partir de la detección de la primera oviposición en los árboles marcados, lo cual ocurrió el 24 de abril. A partir de esta fecha se realizaron 15 muestreos consecutivos con una frecuencia de tres a cinco días durante seis semanas, es decir hasta junio seis. Después de esta fecha los muestreos se efectuaron cada siete días hasta la cosecha final en Octubre. Para registrar los eventos se utilizaron hojas de campo con el formato que adelante se muestra. Una hoja distinta se empleó en cada muestreo y para cada árbol. Los racimos se numeraron del 000 a 399, correspondiendo 20 racimos a cada árbol (Cuadro 13 del Apéndice). En las hojas se anotó información relativa a número de árbol, variedad, número de ramas marcadas y su orientación, número de racimo, cantidad de nueces por racimo, nuez infestada ^{1/}, posición en la nuez, huevecillos observados, condición de desarrollo del huevecillo (coloración), número de huevos por -

^{1/} Cada nuececilla individual fue identificada con un número empezando a contar desde la base del racimo.

racimo, número de nueces con huevecillos por racimo y -
 número de nueces con huevecillos por racimo y número de -
 nueces penetradas incluyendo el lugar de penetración en -
 la nuez. Se anotaron también otras observaciones tal co -
 mo daño en yemas basales e incidencia de enfermedades.

Cálculo de Días-Temperatura

A partir de febrero 26 se registraron diariamente la
 temperatura y humedad relativa máximas y mínimas, para -
 lo cual se utilizó un higrotermografo Rossbach que se co -
 locó en un lugar protegido pero expuesto de la huerta. -
 Estos registros se consignan en el cuadro del Apéndice -
 y se presentan graficados en la figura 7, con las tempe -
 raturas registradas se calcularon los días-temperatura -
 diarios por medio de la fórmula:

$$\frac{\text{Temperatura máxima} + \text{Temperatura mínima} - 3.3^{\circ}\text{C}}{2}$$

En donde 3.3°C se considera como la temperatura base,
 es decir , una constante que representa la temperatura -
 más baja necesaria para que A. nuxvorella se desarrolle -
 (Harris 1981).

De las hojas de registro se extrajo la información -
 necesaria para sumarizar los resultados de la observación

de los eventos biológicos antes descritos y para correlacionarlos sistemáticamente con los registros de días-temperatura acumulados desde 10 días antes de la brotación de los árboles (marzo 3). Con esto pudo determinarse el modelo básico de ocurrencia de eventos tales como la oviposición y penetración de la nuez por la primera generación del gusano barrenador, que podrá servir más tarde como punto de partida para la verificación y aplicación práctica del mismo.

Análisis Estadísticos

Para el análisis de los aspectos biológicos estudiados se utilizaron pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas. La prueba de χ^2 (Siegel 1976), con un α propuesto de 0.05 se utilizó para determinar la preferencia de oviposición en la nuez, en el racimo y en las diferentes orientaciones cardinales; así como la preferencia de penetración en la nuez dependiendo de su posición en el racimo y la penetración en sí a la nuez.

Para determinar la correlación entre la emergencia de la larva (eclosión) y la parte de la nuez que penetra se recurrió a calcular el coeficiente de correlación de rango de Spearman (r_s) (Siegel 1976), proponiendo un $\alpha = 0.05$.

El tiempo necesario para la eclosión se determinó calculando el promedio en días de una muestra de 42 huevecillos, estableciendo un α de 0.05 y un error (d) de 0.25 -- días. Así mismo, la tabla de vida del huevo hasta eclosión se estableció en base a la metodología propuesta por Southwood (1971).

Por último, para elaborar el modelo en base a días - temperatura acumulados para la predicción de eventos - - biológicos de A. nuxvorella se calcularon los porcentajes de ocurrencia de la oviposición, eclosión y penetración - a distintos intervalos (10,25,50,75 y 90%). Para esto -- hubo necesidad de calcular la ecuación de regresión lineal de Galton (Reyes 1979), en donde los días-temperatura acumulados se consideró como la variable dependiente (Y) y los eventos biológicos como la variable independiente (X).

RESULTADOS Y DISCUSION

Las observaciones realizadas en esta investigación permitieron conocer algunos aspectos biológicos y etológicos de A. nuxvorella, lo cual se utilizó, juntamente con el registro de temperatura, para establecer un modelo para predecir eventos biológicos en base a días-temperatura acumulados. Dicho modelo se describe al final de este capítulo. A continuación se presentan los resultados de las observaciones realizadas sobre oviposición, eclosión y penetración al fruto de las larvas de la primera generación del insecto bajo las condiciones de Villa Juárez, N. L. durante el ciclo de 1981.

Oviposición de las Hembras de la Generación Invernante

Las primeras oviposiciones de las hembras de la generación invernante se detectaron el 24 de abril. En esa fecha se encontraron tres huevecillos: uno blanco, uno rosado y otro rojo, en diferentes nuececillas y colocados en el ápice, parte media y base de la nuez infestada, respectivamente. Partiendo de que el tiempo promedio de desarrollo del huevo de A. nuxvorella fue de aproximadamente cinco días, según lo obtenido en este estudio (ver página 39) se puede asumir que el huevecillo rojo, (a - - punto de eclosión) fué ovipositado probablemente la no-

che del 20 de abril. Para entonces se habían acumulado 811 días-temperatura (cuadro 12). A este respecto Harris (1981) reporta que en College Station, Texas, este evento se observa por vez primera a 783 días-temperatura acumulada. Por otra parte Treviño (1981), encontró que bajo las condiciones de Apodaca, N. L. en 1980 las oviposiciones se detectaron el 26 de abril de ese año, lo cual casi coincide con lo observado en este estudio. La diferencia es simplemente en función de las condiciones climatológicas particulares de cada región y año.

Las hembras, que antes de poner los huevecillos atraviesan una fase de apareamiento y preoviposición de dos a cuatro días de duración (Ring 1981) probablemente emergieron entre el 18 y 20 de abril, requiriendo como mínimo 773 días-temperatura acumulados . Harris (1981) reporta que este evento ocurre a 732 °C acumulados bajo las condiciones de College Station, Texas. Esta podría ser la época más apropiada para iniciar los muestreos y verificar el modelo en base a temperatura acumulada establecido en este estudio. Cabe hacer notar que la aparición de los adultos coincidió con la formación de las primeras nuececillas, las cuales fueron observadas a partir del 15 de abril. Esta suposición es apoyada por Ball et al (1979) quienes aseguran que las hembras emergen a finales de abril y que la oviposición coincide con la época -

en que aparecen las primeras nueces.

A partir del 24 de abril se realizaron muestreos cada 3-5 días, observándose al principio un incremento sostenido en la oviposición (cuadro 2). Este evento se desarrolló prácticamente desde el 21 de abril hasta el 23 de mayo. En esta última fecha se encontraron solamente dos huevecillos que no llegaron a eclosionar según se observó en el siguiente muestreo. En total se detectaron 119 huevecillos de la primera generación de A. nuxvorella a lo largo del estudio en las nueces marcadas.

CUADRO 2. Oviposición de las hembras de la generación invernante de A. nuxvorella en nueces de nogal pecanero y días-temperatura acumulados en cada muestreo. --
Villa Juárez, N. L. 1981.

Fecha		No. de Huev.	Ovip. Acum.	%Ovip. Acum.	Días-Temp-Acum ^{1/}
Muestreo					
Abril	24	3	3	2.52	885
"	29	12	15	12.6	977
Mayo	1	45	60	50.42	1022
"	6	21	81	68.06	1118
"	8	22	103	86.55	1155
"	10	9	112	94.11	1195
"	13	2	114	95.79	1252
"	15	1	115	96.63	1295
"	17	2	117	98.31	1344
"	23	2	119	100.0	1478

^{1/} A partir de 10 días antes de la brotación general de las yemas.

Estas oviposiciones (cuadro 2) se considera que corresponden a las hembras de la generación invernante en base a que Bilsing (1926) reporta la aparición de las hembras adultas de la primera generación hasta la última semana de julio. Estos huevecillos dieron lugar a la primera generación del barrenador, la cual es la más perjudicial para el nogal -- pecanero (C. illinoensis) (Coppock 1973).

A partir de una muestra de 42 huevecillos tomados al -- azar de entre los registrados durante el muestreo se deter

minó el tiempo promedio necesario para la eclosión de éstos. Bajo las condiciones del estudio, en promedio los huevos necesitaron 4.9 días para completar su desarrollo ($\alpha = 0.04$, error (d) = 0.25 días, $S^2 = 0.604$). Este dato fue establecido con un riesgo (α) levemente menor al propuesto originalmente ($\alpha = 0.05$), lo que indica una alta confiabilidad del mismo. El rango de desarrollo resultante fluctuó de tres a seis días. Bilsing (1926) manifiesta que los huevos de la primera generación de A. nuxvorella eclosionan en 4.5 días promedio, lo cual es muy aproximado a lo encontrado en este estudio.

Si durante el período de oviposición el promedio de temperatura media diaria acumulada fue de 20.28 °C, se puede estimar que, en promedio, un huevecillo requiere aproximadamente de 100 °C de temperatura acumulada para completar su desarrollo. En relación con la posición de la oviposición pudo observarse que los huevecillos fueron colocados en diferentes sitios sobre las nueces: ápice, parte media ó base de la nuez.

Sólo 14 de los 400 racimos (3.5%) fueron infestados con dos huevos, lo que coincide con Neunzig (citado por Ring 1981), quién reporta el mismo comportamiento de oviposición en estudios realizados en Texas, USA.

En el cuadro 3 se resumen las observaciones sobre la --
tendencia de oviposición sobre las diferentes partes de la
nuez. Estos datos fueron sometidos a la prueba de X^2 for-
mulandose originalmente la hipótesis de que no existe pre-
ferencia por el sitio de oviposición con un riesgo de 0.05.
El resultado de esta prueba indica una diferencia altamen-
te significativa, con un riesgo menor de 0.001, entre los
lugares de oviposición. De acuerdo con Bilsing (1926) y
Ring (1981) la hembra prefiere el ápice para ovipositar,
aunque puede hacerlo en la base o en la parte media de la
nuez, especialmente en las aristas de ésta. El lugar me-
nos preferido es la parte media de la nuez.

CUADRO 3. Preferencia de oviposición de las hembras de
la generación invernante de A. nuxvorella -
sobre la nuez del nogal pecanero. Villa --
Juarez, N. L. 1981.

SITIO SOBRE LA NUEZ

Muestreo	Apice	Parte media	Base
Abril 24	1	1	1
" 29	10	1	1
Mayo 1	29	5	11
" 6	7	6	8
" 8	13	3	6
" 10	7	-	2
" 13	1	1	-
" 15	1	-	-
" 17	-	2	-
" 23	-	1	1
Total	69	20	30

$$X^2_c = 33.78 > X^2_{\alpha} 0.001 = 13.82$$

Los datos obtenidos sobre oviposición en racimos de dos, tres cuatro y cinco nueces (cuadro 4) fueron sometidos a prueba de X^2 estableciendo la hipótesis de que no existe diferencia en la colocación de los huevos en las nueces que conforman el racimo. Se encontró que la hembra adulta de la generación invernante de A. nuxvorella no manifiesta preferencia por alguna nuez en especial del racimo. En todos los casos la X^2 calculada fue menor que X^2 con un riesgo de 0.01. La literatura revisada no aporta ninguna información al respecto.

CUADRO 4. Preferencia de oviposición de las hembras de la generación invernante de A. nuxvorella de acuerdo a la posición de la nuez en racimos de dos, tres, cuatro y cinco nueces en nogal pecanero. Villa Juárez, N. L. 1981.

Nueces/ racimo	Oviposición contando a partir de la nuez de la base del racimo					χ^2 Calc. $\chi^2_{\alpha 0.01}$
	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.	
2	3	2				0.2 < 6.64
3	6	2	8			4.24 < 9.21
4	10	8	11	10		0.46 < 11.34
5	10	10	10	3	9	4.43 < 13.28

Ya que el estudio se diseñó para muestrear racimos al azar en los árboles marcados, y siendo que los racimos etiquetados se distribuyeron en todas las orientaciones, se pudo determinar el hábito de oviposición de la especie con respecto a los diferentes puntos cardinales. Asumiendo -- que no existe diferencia por una orientación en especial -- se formuló la hipótesis de que las hembras de la generación invernante ovipositan al azar, independientemente de la orientación del racimo. Con un riesgo de 0.05 se encontró que la hembra manifiesta cierta tendencia a ovipositar en los racimos situados al norte y noroeste, mientras que lo

hace en menor grado en los racimos ubicados al sur y suroeste. Cabe hacer notar que los vientos prevalentes soplan de sur y sureste a norte y noroeste, además de que el sol sale al sureste.

CUADRO 5. Tendencia de oviposición de las hembras de la generación invernante de A. nuxvorella con respecto a la orientación de los racimos en nogal pecanero. Villa Juárez, N. L. 1981

		ORIENTACION							
Muestreo		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Abril	24	2	-	-	1	-	-	-	-
"	29	3	-	2	1	1	2	2	1
Mayo	1	10	7	7	5	2	1	6	7
"	6	3	2	3	2	5	2	2	2
"	8	4	1	2	4	2	1	2	6
"	10	-	1	2	2	-	1	1	2
"	13	1	-	-	-	-	-	1	-
"	15	-	-	-	-	-	-	-	-
"	17	1	1	-	-	-	-	-	-
"	23	2	-	-	-	-	-	-	-
Total		27	12	16	15	10	7	14	18

$$\begin{aligned}
 \chi^2 \text{ Calc.} &= 16.99 > \chi^2_{\alpha .05} = 14.07 \\
 & > \chi^2_{\alpha .02} = 16.62 \\
 & < \chi^2_{\alpha .01} = 18.48
 \end{aligned}$$

Como puede notarse solo hasta un riesgo de 0.02 existe diferencia estadística en esta conducta. La explicación a esta tendencia de oviposición pudiera radicar en el hecho de la incidencia de los rayos solares y el viento sobre los huevecillos, partiendo de que la hembra tiende a protegerlos de la deshidratación. Como se observa en el cuadro 5, la porción de los árboles que queda orientada hacia el punto donde sale el sol y sopla el viento es menos preferida para la oviposición. Esta observación puede tomarse en cuenta al realizar muestreos en estudios subsecuentes para garantizar un mayor número de huevecillos. También puede ser considerada para la aplicación de insecticidas. Se sugiere realizar estudios para determinar la tendencia de oviposición dependiendo de la altura de ubicación del racimo en el árbol y la distancia de éste con relación al tallo principal para conocer con más profundidad la distribución de las oviposiciones en el árbol. No se encontró literatura al respecto.

Durante el muestreo, el cual se realizó minuciosamente, pudo observarse la muerte de varios de los huevecillos detectados. En condiciones normales, después que la larva eclosiona el corión del huevo permanece adherido al sustrato (Mc Whorter et al 1977), lo que permite determinar cuando un huevecillo completó su desarrollo y dió

origen a una larva. Los huevecillos que se observó mos--
 traban coloraciones diferentes a las normales, o que se en-
 contraran colapsados, se asumió que estaban parasitados --
 o que habían muerto por deshidratación, respectivamente.
 Con los datos obtenidos y siguiendo un modelo indicado -
 por Southwood (1971) se estableció una tabla de la vida -
 para el huevecillo bajo las condiciones en que se desarro-
 llo el estudio (cuadro 6).

CUADRO 6. Tabla de vida para el estado de huevo --
 correspondiente a la primera generación
 de A. nuxvorella, bajo las condiciones -
 de Villa Juárez, N. L. 1981.

Pobl. Inicial	Indiv. Vivos	Factores Control.	No. de Indiv. mueren	% Mort. para c/esta.	%Mort respecto a huev. blan.
Blanco	119	Indeterm.	20	16.80	16.80
Rosado	99	"	10	10.10	8.40
Rojo	89	"	4	4.49	3.36
Eclosión	85	"	10 ^{1/}	11.76	8.40
Larva 1er.	75	"	-	-	-
Total					36.96 ²³⁷ %

^{1/} Valor asumido en base a que se encontraron huevos colapsados.

Debido a que en la presente investigación no se consideraron aspectos
 relativos a factores controlantes de esta plaga no se deter-

minaron los mismos. Ring (1981) cita a Barfield et al -- quienes manifiestan que Trichogramma minutum parasita - huevecillos de A.nuxvorella.

Como puede apreciarse, la tabla de vida indica prácticamente un 37% de mortalidad en el estado de huevo en las condiciones del estudio, notándose que la mortalidad más alta la sufre el huevecillo en su etapa "blanca", -- mientras que en la etapa roja la mortalidad es menor. - Posiblemente la explicación a dicho fenómeno consiste en que la primera etapa el huevo es mas susceptible por presentar un corión más frágil en comparación con la fase roja en la que la larva prácticamente ya ésta formada y por tanto es mas resistente.

Pierce (1946) en un estudio realizado en Brownwood, Texas en 1943, encontró que la mortalidad de la primera generación en estado de huevo fué de 51%. En la misma lo calidad, pero al año siguiente (1944), la misma fué 29.5%. Esto indica que la mortalidad varía en cada año incluso - en la misma localidad.

Eclosión y Penetración a la Nuez por Larvas de la Primera Generación

La primera eclosión fue observada el 29 de abril, pero tomando en cuenta que en el muestreo anterior (abril 24) se había encontrado un huevecillo en fase roja (el cuál - probablemente eclosionó el día siguiente), se asumió que en realidad la primera eclosión de los huevos de la primera generación de A. nuxvorella, ocurrió el 25 de abril. - Para entonces se habían acumulado 902 días-temperatura. Harris (1981), reporta que en College Station, Texas, este evento se observa por primera vez a los 916 días-temperatura acumulados, a partir de 10 días antes de la brotación general de las yemas. El cuadro 7 muestra la eclosión de los huevecillos observada durante el estudio, asociada con la acumulación de las unidades de calor.

CUADRO 7. Eclosión de los huevecillos de la primera - generación de A.nuxvorella en nueces de nogal pecanero en relacion con los días-temperatura acumulados en cada muestreo. Villa Juárez, N. L. 1981.

Muestreo	Huev. eclos.	Eclos. Acum.	% Ecl. Acum.	Días-Temp. Acum.	<u>1/</u>
Abril 29	3	3	4.0	977	
Mayo 1	5	8	10.6	1022	
6	27	35	46.6	1118	
8	18	53	70.6	1155	
10	14	67	89.3	1195	
13	3	70	93.3	1252	
15	1	71	94.6	1295	
17	2	73	97.3	1346	
23	2	75	100.0	1478	

En la eclosión de los huevecillos, según lo demuestra el estudio, puede destacarse dos aspectos. En primer lugar, existe una correlación altamente significativa entre la emergencia de la larva y la penetración por el sitio - en la nuez donde fué colocado el huevo. EL cuadro 8 muestra esta relación, siendo la correlación entre eclosión y penetración en la base la más alta.

1/A partir de 10 días antes de la brotación general de las yemas.

CUADRO 8. Eclosión y penetración a la nuez observada por larvas de la primera generación de A. nuxvorella 1/ Villa Juárez, N. L. 1981.

<u>Sitio de Eclosión</u>	<u>Huevos</u>	<u>Eclosionados</u>	<u>Penetraciones</u>
Apice	1		1
	4		2
	13		15 $rs=0.928^* > rs.05=$
	5		5 0.829
	9		3
	2		1
Parte media	1		2
	4		9
	5		8
	1		7 $rs=0.758^* > rs.05=$
	1		1 0.714
	2		2
	1		1
Base	1		3
	1		5
	10		27 $rs=0.9107^* > rs.01=$
	8		18 0.893
	4		14
	1		3
	1		2

1/ Datos obtenidos de varios muestreos para estimar correlaciones.

Coef. de correlación entre los tres sitios $r_s=0.669^{**}$ >
 $r_{s0.01}=0.534$

El segundo aspecto se relaciona con el hecho de que la eclosión de los huevecillos de la primera generación terminó el 23 de mayo cuando se habían acumulado 1478 -- días-temperatura. Esto se determinó tomando en cuenta que en esa fecha se encontraron los últimos huevecillos, los cuáles según el muestreo siguiente no llegaron a eclosionar.

Debido a que los muestreos se realizaron generalmente cada tres días no se pudo establecer con aceptable precisión el tiempo que transcurre entre la eclosión y la penetración a la nuez, sin embargo, se estima que fué por lo menos de un día. Al respecto, Mc Whorter et al (1977) reportan que este período comprende uno o dos días, mientras que Bilsing (1926) afirma que las larvas atacan primero - las yemas laterales auxiliares situadas abajo del racimo, uno ó dos días antes de penetrar la nuez. En el estudio, esta conducta reportada por Bilsing (1926) se observó desde mayo 13 (15 días después de iniciada la eclosión) incrementándose a partir del 23 de mayo y observándose el último evento el 20 de junio (cuadro 16 del Apéndice). Lo anterior parece indicar que las primeras larvas, que tienen -

más posibilidad de encontrar nueces en formación susceptibles de ser penetradas, las infestan rápidamente. Por el contrario a medida que la nuez desarrolla y su penetración es más difícil para las larvas que eclosionaron más tarde, éstas prefieren alimentarse de las yemas basales más suaves antes de penetrar la nuez.

Las primeras penetraciones en las nueces se observaron el 29 de abril, pero, partiendo de que la primera larva de tectada eclosionó el 26 de abril, se puede asumir, con base a lo reportado por Mc Whorter et al (1977), que la primera nuez en los racimos etiquetados fue penetrada el 28 de abril, cuando se habían acumulado 957 días-temperatura. En College Station, Texas, este evento se observa a los 945 días temperatura acumulados (Harris 1981). En Apodaca, N. L. en 1980 las penetraciones se iniciaron el siete de mayo (Treviño 1981).

En el cuadro 9 se presenta el registro de penetraciones correspondientes a las larvas de la primera generación. Para efectos de estructuración del modelo de predicción en base a días temperatura acumulados se estableció que el último evento observado correspondió a la primera penetración efectuada por la última larva eclosionada, lo cual sucedió aproximadamente el 29 de mayo. Esta suposición - aunque arbitraria, evita la posibilidad de empalmes entre las penetraciones de las últimas larvas de la primera ge-

neración y las primeras de la segunda.

CUADRO 9. Relación entre la penetración a la nuez pe-
canera por larvas de la primera generación
de A. nuxvorella y los días-temperatura --
acumulados en cada muestreo. Villa Juárez,
N. L. 1981.

Muestreo	Nueces Penetr.	Penet. Acum.	% Penet. Acum.	Días-Temp. Acumul. 1/
Abril 29	2	2	1.09	977
Mayo 1	5	7	3.85	1022
" 6	16	23	12.64	1118
" 8	12	35	19.23	1155
" 10	15	50	27.47	1195
" 13	14	64	35.16	1252
" 15	19	83	45.60	1295
" 17	18	101	55.49	1346
" 23	31	132	72.53	1478
" 27	36	168	92.30	1571
" 29	14	182	100.00	1620

Para determinar la tendencia de la larva a penetrar -
la nuez se sometieron a prueba de X^2 las penetraciones en

1/ A partir de 10 días de la brotación general de las yemas.

contradas en las diferentes partes de ésta. Originalmente se formuló la hipótesis de que no existe preferencia por un sitio en especial, estableciéndose un riesgo de 0.05. El análisis correspondiente indicó diferencia significativa, pero no altamente significativa, entre los sitios, predominando la tendencia a penetrar por la base -- (cuadro 10), tal como lo reportó Ring (1981).

CUADRO 10. Tendencia de las larvas de la primera generación de A.nuxvorella a penetrar la -- nuez pecanera. Villa Juárez, N. L. 1981.

Muestreo	SITIO EN LA NUEZ		
	Apice	Parte Media	Base
Abril 29	1	-	2
Mayo 1	2	1	2
6	15	3	9
8	5	5	8
10	3	4	7
13	1	-	2
15	-	-	1
17	-	-	-
23	-	-	2
27	-	1	1
Total	27	14	34

$$X^2_c = 8.24 > X^2_{0.02} = 7.82$$

$$X^2_c = 8.24 < X^2_{0.01} = 9.21$$

Con respecto a la preferencia de penetración a la nuez dependiendo de su posición en el racimo (cuadro 11), no se encontró tendencia a seleccionar una nuez en especial. Al respecto, Ring (1981) reporta el mismo comportamiento de las larvas de la primera generación A.nuxvorella en College Station, Texas.

CUADRO 11. Tendencia de las larvas de la primera generación de A.nuxvorella a penetrar la nuez pecanera dependiendo de su posición en el racimo. Villa Juárez, N. L. 1981.

Nueces/racimo	Penetración contando a partir de la Nuez de la Base					X ² Calc.	X ² 0.01
	1a.	2a.	3a.	4a.	5a.		
2	21	24				0.20	< 6.64
3	17	16	20			0.49	< 9.21
4	14	7	19	19		6.56	< 11.34
5	6	9	9	8	8	1.07	< 13.28

Estimación del Daño Producido por el Gusano Barrenador de la Nuez

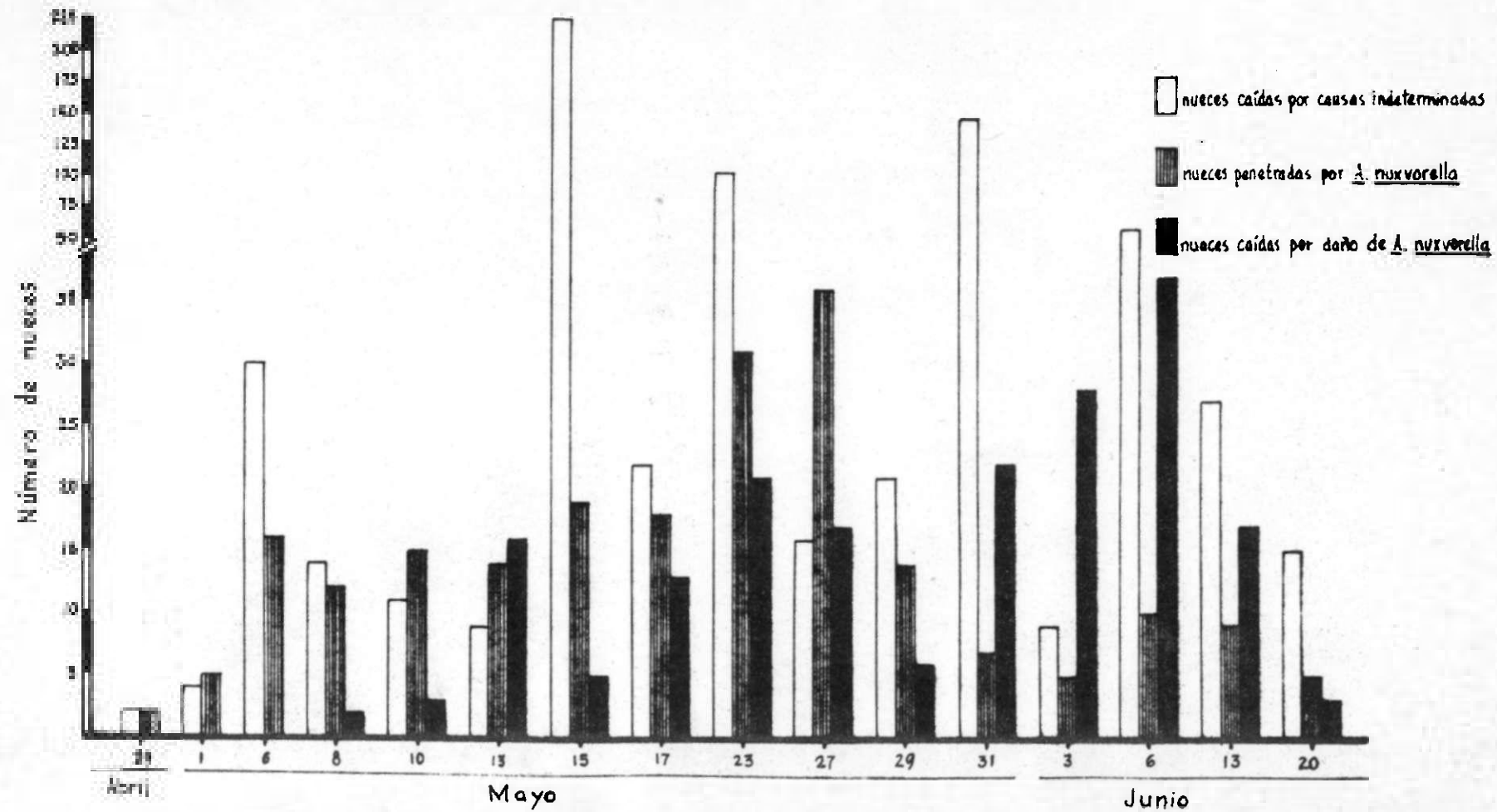
De acuerdo con Bilsing (1926) la larva al emerger ejerce su actividad destructiva durante 20 o 25 días. Si en el presente estudio se observó la última eclosión el -

23 de mayo, entonces se puede asumir que las larvas de la primera generación estuvieron activas hasta el 20 de junio. Por otra parte con base en los datos registrados (Cuadro - 16 del Apéndice) durante el muestreo se calculó que una larva de la primera generación destruye en promedio 2.84 nueces/racimo, dejando sin dañar un promedio de 2.29 nueces por racimo. Al respecto, Ring (1981) reporta que en promedio el gusano barrenador destruye entre 1.7 y 2.6 nueces/racimo dejando un máximo de 3.1 nueces en el racimo sin daño.

El tiempo promedio que tarda una larva de la primera generación en salir de una nuez barrenada y penetrar la siguiente se estimó en 3.67 días. Este promedio Ring (1981) lo estima en 2.78 días.

La primera generación del gusano barrenador según lo observado en este estudio dañó el 24.1% de las nueces de los racimos muestreados, e infestó el 33% de estos últimos. En total, las distintas, generaciones de este insecto dañaron el 15.75% de las nueces e infestaron el -- 36% de los racimos etiquetados. La relación entre la penetración y caída de nueces por efecto del barrenador y por causas indeterminadas se aprecia en la figura 4. Bajo las condiciones de Apodaca, N. L., Torres (1981) encontró que el daño producido por la primera generación del barrenador de la nuez durante 1981 fue de 34.1% en prome-

Figura 4.- Relación entre la caída de nueces por causas indeterminadas, penetración y caída de nueces ocasionada por las larvas de la primera generación de *A. nuxvorella*. Totales de 400 racimos en 20 árboles. Período abril 29 a junio 20. Villa Juárez, N. L. 1981.



dio; mientras que Treviño (1981) en 1980 encontró que el daño fue de 58.28%. Ambos investigadores utilizaron árboles injertados con la "selección No. 1" de Bustamente, N. L.

En el presente estudio se utilizaron nogales de las variedades Mahan y Wichita, encontrándose en promedio ovi posiciones en 6.10 y 5.85 racimos/árbol, respectivamente, lo cual evidenciá ~~que no~~ existe preferencia por ninguna de -- las variedades.

Es importante indicar que a partir de junio 6 se detec tó una severa incidencia de enfermedades en las nueces por lo que el 26 de julio se realizó un muestreo para cuantifi car este daño. En esta evaluación se encontró que en promedio las variedades Wichita y Mahan presentaron 79.8% y - el 24.7% de daño en las nueces, respectivamente. El diag nóstico de laboratorio indicó que los hongos causantes del daño fueron Fusicladium effusum la roñade la nuez y Trichot hecium roseum el mal rosado. La presencia de patógenos -- estuvo correlacionado con los incrementos en temperatura - y las lluvias constantes que se produjeron en los meses de junio y julio (ver figura 7 del Apéndice).

Debido a la severidad del ataque de estos patógenos pa rece ser que las nueces perdieron su atractivo como --

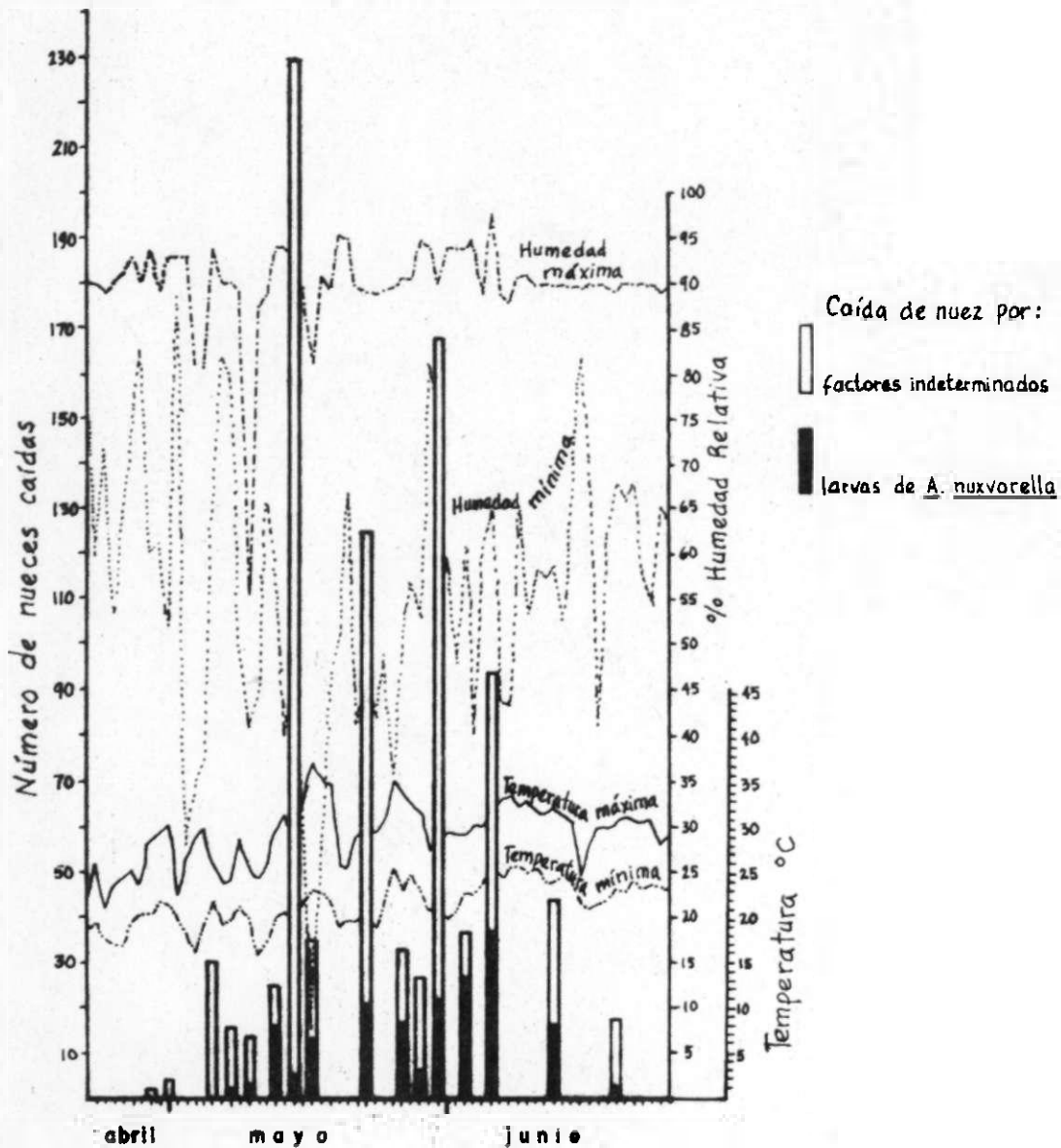
substrato para la oviposición de las hembras de A. nuxvorella en las generaciones subsecuentes a la primera. Además, al final de las penetraciones (agosto 1) el 83.7% de las nueces se habían caído por diversas causas. Estas condiciones especiales probablemente contribuyeron a abatir la población del insecto, pues a partir del 1 de agosto ya no se observaron penetraciones en las nueces.

Caída de Nueces por Causas Indeterminadas

Inicialmente, al etiquetar los 400 racimos se registraron 1694 nueces ($\bar{X} = 4.24$ nueces/racimo); al final de la temporada únicamente se cosecharon 170 nueces. De esta manera, en total y por diversas causas, se perdieron el 89.96% de las nueces registradas. La caída de nueces por daño del barrenador fue aproximadamente 16%, y el 84% restante por diversos factores no identificados.

Durante las primeras etapas de desarrollo de la nuez, los días en que ocurrieron aumentos drásticos en la temperatura y descensos en la humedad relativa, las plantas aparentemente fueron predispuestas a permitir la caída de las nueces. Así el 15 de mayo se cayeron 230 nueces de las cuales solo cinco estaban dañadas por A. nuxvorella - el día anterior (14 de mayo), la temperatura habían alcan

Figura 5 _ Caída de nuez por efecto de larvas de la primera generación de A. nuxvorella y factores indeterminados en relación con la variación diaria de la humedad relativa y temperatura. Totales de 400 racimos en 20 árboles. Villa Juárez, N.L. 1981.



zado un máximo de 31.5°C mientras que la humedad bajó hasta 40% (figura 5).

El efecto de la manipulación de las nueces sobre su caída durante los muestreos no se pudo estimar con precisión debido a que por error los racimos extras también fueron manipulados. Así, al final del muestreo, los racimos estudiados tuvieron en promedio 0.43 nueces y los extras 0.44 nueces, siendo estos valores prácticamente iguales. La cosecha se efectuó el 21 de septiembre y el uno de octubre, colectándose únicamente 170 nueces en los 20 árboles (cuadro 16 del Apéndice).

Construcción del Modelo de Predicción de Eventos

Aunque el registro de temperatura se inició el 22 de febrero previendo una brotación prematura, los días-temperatura se empezaron a acumular a partir del tres de marzo, es decir 10 días antes de la brotación general de las yemas del nogal (marzo 13). El muestreo se inició cuando se detectaron los primeros huevecillos (abril 24).

Los datos registrados en las hojas de muestreo (ejemplo en cuadro 13 del Apéndice) asociados con las unidades de calor acumulado (días-temperatura) se utilizaron para construir el modelo de predicción de eventos biológicos -

de la generación invernante y la primera generación de A. nuxvorella. La información consignada en los cuadros 2,7 y 9 relativa a los eventos oviposición de la generación invernante y eclosión y penetración de larvas de primera generación, fueron asociados con la acumulación de días-temperatura y se utilizaron para establecer las respectivas ecuaciones de regresión. En éstas se asignó X al -- evento biológico y Y a los días-temperatura acumulados.

Haciendo uso de las ecuaciones de regresión se calcularon los valores promedio teóricos de días-temperatura - acumulados necesarios para que ocurran los eventos biológicos propuestos con intensidades de 10,25,50,75 y 90%. Los eventos iniciales, significativos y finales fueron -- establecidos directamente partiendo de los resultados reales obtenidos. La correlación (r) altamente significativa entre los eventos y los días-temperatura/acumulados dió confiabilidad a los valores promedio teóricos obtenidos - al usar ecuaciones de regresión para su cálculo.

En el cuadro 14 del Apéndice se incluyen los coeficientes de regresión (b) y de correlación (r) y las ecuacio-- nes de regresión para calcular los eventos biológicos - asociados con los días-temperatura acumulados.

CUADRO 12. Días-temperatura calculados para las fases de oviposición de la generación invernante, eclosión y penetración a la nuez de larvas de primera generación del gusano barrenador A. nuxvorella. Modelo de predicción basado en la acumulación de días-temperatura -
1/ Villa Juárez, N. L. 1981.

Eventos que ocurren a días-temperatura acumulados			
	Generación invernante	Larvas de la generación	
Porcentaje	Oviposición	Eclosión	Penetración a la Nuez
1er. evento Obs.	811	902	957
1er. evento sig.(4%)	-	-	1022
10	907	990	1076
25	973	1046	1169
50	1082	1140	1322
75	1192	1233	1477
90	1258	1289	1569
Ultimo Evento Obs.	1478	1478	1620

1/ A partir de 10 días antes de la brotación general de las yemas.

Harris 2/ estima el primer evento significativo de penetración a la nuez cuando se tiene del 2 al 6% de nueces penetradas acumuladas. Para efectos de comparar la tendencia del modelo utilizado en College Station, Texas, y el establecido para Villa Juárez, N. L. se graficaron los valores de ambos modelos

2/ Comunicación personal, M.K. Harris. TAMU College Station, Texas.

(figura 6 del Apéndice) 1/. La variación en los valores de termalés constantes en las localidades comparadas puede -- atribuírse a la probable existencia de subespecies, biotipos o ecotipos dentro de la misma especie del insecto, además de la influencia de otros factores ecológicos no considerados en el establecimiento del modelo de predicción.

1/ Los valores para Villa Juárez, N. L. se tomaron de los cuadros 2,7 y 9.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó esta investigación y de acuerdo con los resultados obtenidos se establecen las conclusiones siguientes:

La emergencia de los adultos de la generación invernante de Acrobasis nuxvorella Neunzig coincide prácticamente con la aparición de las primeras nuececillas en el nogal pecanero.

Las hembras de la generación invernante tienen preferencia por ovipositar en el ápice de la nuez, ~~mas que~~ en la base y parte media de ésta, y no muestran preferencia por una nuez en especial del racimo.

La mortalidad más alta de los huevecillos en la primera generación sucede en su "fase blanco" existiendo por otra parte una correlación altamente significativa entre la eclosión y la penetración a la nuez por el sitio donde el huevo fue colocado.

Las oviposiciones de las hembras de la generación invernante tienden a ser en lugares protegidos de la incidencia de los rayos solares y de los vientos prevalentes.

La penetración al fruto por las larvas de la primera generación se realiza por lo menos un día después de emergidas, existiendo preferencia por hacerlo por la base más que en otros sitios.

Racimos infestados con al menos una larva de la primera generación presentan más nueces dañadas que sanas.

Los eventos oviposición de las hembras de la generación invernante, eclosión y penetración al fruto por larvas de primera generación ocurren a los 811, 902 y 957 días-temperatura acumulados respectivamente (contados a partir de 10 días antes de la brotación general de las yemas).

La última oviposición de las hembras de la generación invernante y la eclosión de esta oviposición ocurre a -- los 1478 días-temperatura acumulados contados en la misma forma.

La última penetración a una sola nuez por la última-larva de la primera generación ocurre a los 1620 días-temperatura acumulados, contados en la forma citada anteriormente.

BIBLIOGRAFIA

- Abrami, G. 1972. Optimum mean temperature for plant growth calculated by a new method of summation. *Ecology* 53-(5): 893-99.
- Adriance, G.W. 1931. Factors influencing fruit in the pecan. *The Bot. Gazette.* 91(2).
- Aliniaze, M.T. 1979. A computerized phenology model for predicting biological events of Rhagoletis indifferens (Diptera: Tephritidae). *Canad. Entomol.* 111: 1101-9.
- Anónimo 1960. A critique of heat unit approach to plant response studies. *Ecology.* 41 (4): 785-89.
- Anónimo. 1969. La Nuez Pecanera. Bco. Agrop. del N.S.A. - México. pp. 1-20.
- Anónimo. 1976. Primer Debate Nacional sobre Control Integral de los Problemas Parasitológicos del Cultivo del Nogal. CONAFRUT-SAG. México. Serie Técnica No. 25. - 42 pp.
- Anónimo. 1980. Guía Técnica del Nogalero. Campo Agric. -- Exp. de la Laguna. CIANO. INIA México, 132 pp.

- Anónimo. 1981a. Pecan pest management report for the week ending June 15, 1981 Tex. Pec. Integr. pest managm.- 2 (9): 1-2.
- Anónimo. 1981b. Atlas Nacional del Medio Físico. Dir. Gral de Geogr. del Territ. Nac. spp. México. 224 pp.
- Atkins, D.M. 1978. Insects in perspective. McMill. Publ.- N.Y. pp. 253-9.
- Ball, J.C.; L.A. Halsey y T.E. Crocker. 1979. Trial insect management system for pecans. Pecan South. 6 (2): 38-42.
- Baskerville, G.L. y P. Emin. 1969. Rapid estimation of heat accumulation from maximum and minimum temperatures. Ecology. 50 (3): 514-7.
- Bilising, S.W. 1921. The pecan nut case bearer (Acrobasis caryaevorella) Jour. of Econ. Entomol. 14 (2): 149-53.
- . 1925. Life history of pecan nut casebearer Acrobasis caryivorella Zell. Jour. of Econ: Entomol. 18: 202-6.

- 1926. The life history and control of the pecan nut casebearer (Acrobasis caryae). Tx. Agric. - Exp. Stn. Bull. 328. 77 pp.
- Boethel, D.J.; J.E. Ezell y R.R. Shelton. 1979. Pecan nut casebearer: damage assessment, seasonal emergence of spring brood moths, and potential of blacklight traps in a pest management program. Environmental Entomol. 8 (1): 65-9.
- Borrer, D.J.; D.M. De long y C.A. Triplehorn. 1976. An Introduction to the study of Insects. 4a. Ed. Holt, Rineh. and Winston. USA pp. 466-7.
- Bravo, M.H. 1976. Notas preparatorias para un curso de autoecología y comportamiento de insectos. Colegio Postgraduados. Chapingo. México. Tesis sin publicar.
- Brison, F.R. 1976. Cultivo del nogal pecanero. CONAFRUT. México. 250 pp.
- Calcote, V.R.; C.R. Gentry y G.W. Edwards. 1972. Comparison of two types of lighth traps in capturing moths of the pecan nut casebearer. Jour. of Econ. Entomol. 65 (3): 933-34.

- Castro, J.R. 1971. Comportamiento dicogámico de las diferentes variedades de nogal existentes en la Comarca - Lagunera. 2a. Reunión de Técnicos Espec. en Nogal. -- SAG-INIA-CIANE. Torreón, Coah. pp. 28-32.
- Chapman, R.F. 1971. The Insects: structure and function. Amer. Elsev. N.Y. pp. 636-53.
- Coppock, S. 1973. Casebearer control by aircarft. The Pecan Quarterly. 7 (3): 10.
- Correa C., J.A. 1972. Evaluación de seis variedades introducidas de nogal (*Carya illinoensis* K.) en el área de Monterrey, N.L. Tesis sin publicar. ITESM. México.
- Duarte, L.E. 1967. El Nogal. Bco. Cred. Agric. S.A. Torreón Coah. p. 6
- Flores S. H. 1973. Situación actual del cutlivo del nogal en el estado de Nuevo León. CONAFRUT. México. Folleto No. 10. p. 120.
- Garza F., G. 1968. The Pecan Picture in México. The Pecan Quarterly. 2 (2): 10-11.

- Glenn, P.A. 1922. Relation of temperature to development of the codling-moth. Jour. of Econ. Entomol. 15 (3):- 193-99.
- Hancock, B.C. 1969. Fisiología del Nogal. 2a. Conf. Internac. de Productores de Nogal. SAG-Bco.Nal. de Cred.-Agr. S.A. Torreón, Coah. pp. 22-30.
- Harris, M.K. y H.W. Van Cleave. 1974. Economic losses -- Attributable to some pecan insects in Texas. Proc. W. Pecan Conf. 57-64.
- Harris, M.K. 1981. Predicting pecan nut casebearer activity using a day degree model. Tex. Agric. Ext. Serv.,- Tex. A&M. Univ. Syst. Coll. St. USA. 14 pp.
- Idso, S.B.; R.D. Jackson y R.J. Reginato. 1978. Extending the "degree day" concept of plant phenological development to include water stress effects. Ecology. 59 (3): 431-3.
- Ives, W.G.H. 1973. Heat units and outbreaks of the forest tent caterpillar Malacosoma diasstria (Lepidoptera:- Lasiocapidae). Canad. Entomol. 105 (4): 525-43.

- King, D.R. 1954. Control of Acrobasis caryae and Tetranychus hicoriae on pecans. Jour. of Econ. Entomol. 47- (4): 713-14.
- Mc Whorter, G.M.; J.G. Thomas; M.K. Harris y H.W. Van -- Cleave. 1977. Pecan Insects of Texas. Texas Agr. Ext. Serv. Texas A&M Univ. College Station. Publ. M.P. - 1270. 18 pp.
- Moznette, G.F. 1935. Recent experiments in the control - of the pecan nut casebearer in the southeast. Jour. - of Econ. Entomol. 28: 791: 3.
- Murfield, O.; W.L. Pratt; A. J. Olson; R. Chuyate; D. - Wong y B. King. 1981. 1980 Texas Fruit and Pecan -- Statistics. Tx. Dept. Agric. Bull. 178: 17-22.
- Neeb, C.W.; H.W. Van Cleave; M.K. Harris y W.E. Bagley. 1976. Study aims at casebearer. The Pecan Quarterly. 10 (1): 10-12.
- Nickels, C.B. 1937. Expermients to control pecan nut case bearer in Texas, 1936. Jour. of Econ. Entomol. 30 - (5): 761-63.
- Ortiz H., J.J. 1972. Insectos de importancia variable que atacan al nogal de América Carya illinoensis en Nuevo

- León, México. Folia Entomol. Mexicana. 23-4:64.
- Payne, J.A. y W.L. Tedders. 1981. Pecan pest research. -
Rev. of Appl. Entomol. 69 (5): 318.
- Pierce, W.C. 1946. Timing spray applications to control
the pecan nut casebearer. Jour. of Econ. Entomol. 39
(1): 76-78.
- Pimentel G., J.O. 1978. Estudio de la deficiencia de - -
zinc en nogal pecanero (Carya illinoensis K.) en el
municipio de Tasquillo, Hgo. Col. de Postgr. Chapin-
go Méx. Tesis sin publicar.
- Reyes C., P. 1979 Bioestadística Aplicada. ITESM México.
pp. 227-32.
- Ring, D.R. 1981. Predicting biological events in the life
history of the pecan nut casebearer using a degree -
day model. A Dissertation. Tex. A& M Univ. USA.
- Rojas, P.J. 1965. Contribución al estudio del nogal (C.-
illinoensis) en el estado de Nuevo León. Tesis sin publi-
car. UANL. Monterrey, N.L. p. 32.

Romberg, D.N.; H.W. Van Cleave y J.G. Thomas. 1969. Pecan diseases and insects. Texas A&M Univ. Texas Agr. Ext. Serv. M.P. 313. College Station. Texas. USA. pp. 6-21.

✓ Sanderson, E.D. 1910. The relation of temperature to the growth of insects. Jour. of Econ. Entomol. 3 (2): -- 113-40.

✓ Sevacherian, V.; V.M. Stern y A.J. Mueller. 1977. Heat accumulation for timing Lygus control measures in a safflower-cotton complex. Jour. of Econ. Entomol. 70 (4): - 399-402.

Siegel, S. 1976. Estadística no paramétrica. Editorial -- Trillas. 3a. Ed. pp. 130-6, 233-45.

Soto C., V.M. 1981. Análisis de factores que influyen en la producción del nogal (Carya illinoensis K.) en la región de Jiménez, Chih. Tesis sin publicar. ITESM. México.

Southwood, T.R.E. 1971. Ecological Methods, with particular reference to the study of insects populations. 3a. Imp. Chapman and Hall. Great Britain. pp. 277-308.

Story, J.B. y W.B. Anderson. 1970. Pecan zinc nutrition research. Texas Agric. Exp. Sta. Progr. Rep. 2710: - 12-18.

Strong, F.E. y J.W. Apple. 1958. Studies on the thermal-constants and seasonal occurrence of the seed-corn maggot in Wisconsin. Jour. of Econ. Entomol. 51 (5): 704-7.

Thomas, J.G. y B.G. Hancock. 1968. Tree banding Sensitive timing method for nut casebearer sprays. The Pecan Quarterly. 2 (1): 4-7.

Torres P., M.E. 1981. Efectividad de 4 dosis de permetrina para contener la infestación inicial y subsecuentes del barrenador de la nuez, Acrobasis nuxvorella N., bajo las condiciones de Apodaca, N.L. Tesis sin publicar. ITESM. México.

Treviño G., J.L. 1981. Evaluación del daño del barrenador de la nuez (Acrobasis nuxvorella N.) y el barrenador del ruezno (Laspeyresia caryana F.) en nogal pecanero (C. illinoensis) bajo las condiciones de Apodaca, N.L. Tesis sin publicar. ITESM. México.

Wigglesworth, V.B. 1972. The principales of insect Physiology . 1a. Ed. Chopman and Hal. USA. 850 pp.

APENDICE

CUADRO No. 13

Ejemplo de hoja de registro utilizada para cada muestreo y para cada árbol durante el estudio.

GUSANO BARRENADOR DE LA NUEZ													
Localidad:										Fecha:			
Num. Arbol	Variedad	Direcc. rama	Número rama	Número racimo	Número de nueces	No. de nuez infest. des de la base	Posición del huevo	Condición del huevo	No. de huevos en el racimo	No. de nueces con huevo en el racimo	Lugar de penetrac. en la nuez	No. de yemas basales penetradas.	Observaciones
001	WICH	S	001	000									
		S	001	001									
		S	001	002									
		S	001	003									
		S	001	004									
		SE	002	005									
		SE	002	006									
		SE	002	007									
		SE	002	008									
		SE	002	009									
		NW	003	010									
		NW	003	011									
		NW	003	012									
		NW	003	013									
		NW	003	014									
		NE	004	015									
		NE	004	016									
		NE	004	017									
		NE	004	018									
		NE	004	019									
		S	001	1E1									
		SE	002	1E2									
		NW	003	1E3									
		NE	004	1E4									
		NE	004	1E5									

Cuadro 14.- Coeficientes de regresión (b), de correlación (r) y ecuaciones de regresión para eventos biológicos de la generación invernante y la primera generación de A. nuxvorella en relación con los días-temperatura acumulados.

	<u>Generación invernante</u>		<u>Larvas de 1era. generación</u>	
	Oviposición		Eclosión	Penet.a la nuez
b	3.6844		4.9729	3.3855
r	0.90**		0.90**	0.99**

Ecuac. regr.^{1/} $Y = bX + 863.14$ $Y = bX + 953.05$ $Y=bX + 1014.7$

1/ Y corresponde a los días-temperatura acumulados y X al evento biológico.

Cuadro 15.- Registro de temperatura y humedad relativa máxima y mínima y días-temperatura diarias durante el estudio (período marzo 3- junio 20). Villa Juárez, N.L. 1981.

Fecha	Temp. °C		Días	% Humedad		Fecha	Temp. °C		Días	% Humedad	
	Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.
Mar. 3	21.1	16.8	15.7	100	91	Ab. 1	27.2	20.8	20.7	89	63
4	28.2	18.0	19.8	94.5	12	2	25.8	19.5	19.35	89.2	69
5	23.0	14.4	15.4	68	30	3	32.1	19.5	22.5	84	35
6	21.8	12.5	13.85	93.8	51.8	4	24.2	19	18.3	80.1	22.2
7	24	15	16.2	94	33	5	29	18	20.2	52.8	16.6
8	20.3	15.4	14.55	74	56	6	25.9	14.8	17.05	57.1	28.2
9	18	13	12.2	93	68	7	27.5	15	17.95	80	45.5
10	14.3	11.5	9.6	91	89	8	27.5	18	19.45	88.4	55.3
11	12.6	10.8	8.4	91	89.5	9	25.5	20	19.45	91	69
12	14.6	10.5	9.25	91	74	10	27.8	18.7	19.95	90	53.2
13	16	10.9	10.15	87	66.8	11	25	19	18.7	92	61
14	18.5	10.8	11.35	80.5	54	12	27	19	19.7	90	61
15	25.2	13.3	15.95	80.1	20	13	26.3	19.6	19.65	91	63
16	23.5	15.5	16.2	81	32	14	24	20	18.7	89.8	76
17	24.7	12.6	15.35	89	54.7	15	23	17.7	17.05	94	84
18	26.4	15.7	17.75	80	14.8	16	20.1	17.7	15.6	93.2	92
19	19.6	12.8	12.9	49	34	17	22.5	16.6	16.25	92	65
20	21.3	10	12.35	81.2	49	18	25.1	15.2	16.85	90.5	53
21	27	13.6	17	81.5	30.5	19	27	18.9	19.65	88	52
22	25.1	17.4	17.95	70.2	16	20	27.9	16	19.65	88.4	45.8
23	20.8	10.4	12.3	81	45	21	25.6	19.8	19.4	82	63.8
24	19.4	10.9	11.85	88.3	10.5	22	22	18.6	17	90	60
25	24.5	12.3	15.1	82.5	59.9	23	25.8	19.5	19.35	89.8	59
26	26.4	17.5	18.65	89	51	24	20.8	17.5	15.85	89	72
27	28.6	17.2	19.6	82.3	47.8	25	23.2	16.8	16.7	90.1	52.5
28	27.8	19	20.1	89	43.6	26	24.3	16.7	17.2	91	63.7
29	27	19	19.7	89.7	22.2	27	25.1	19.6	19.05	93	73.8
30	29	16.8	19.6	82.2	31	28	23.9	20.2	18.75	90	82.8
31	27	15.2	17.8	88.3	43	29	27.7	20.3	20.7	94	80

(continúa)

(sigue de la anterior)

Fecha	Temp. °C		Días Temp.	% Humedad		Fecha	Temp. °C		Días Temp.	% Humedad	
	Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.		Máx.	Mín.
Abr30	29.4	21.6	22.2	89	61	Jun 1	29.4	20	21.4	94	59
May 1	30.3	21.2	22.45	93	51	2	29.1	20.3	21.4	94	47
2	22	19.5	17.45	93	89	3	29.1	22.8	22.65	94	61
3	25.2	17.8	18.2	93	26.6	4	30.1	22.3	22.9	95	39
4	28.6	16	19	81	35	5	30	23.9	23.65	89	59.5
5	30	19	21.2	80.5	37.5	6	31.4	26	25.4	98	65
6	25.3	21.8	20.25	94.0	69	7	33	24	25.2	89	43.5
7	23.5	19.2	18.05	90	82	8	33.3	25.4	26.05	88	43
8	24	19.9	18.65	90	80	9	32.3	25.8	25.75	91	65
9	28.7	21.2	21.65	89	50	10	33	25	25.7	91	53.2
10	24.5	19.8	18.85	55	40	11	32	25.5	25.45	90	58
11	24.2	15.7	16.65	87	45	12	31.4	24	24.4	90	57
12	26.3	17.4	18.55	89	66	13	32	24	24.7	90	58.5
13	30	20	21.7	94	56	14	31.2	24.8	24.7	90	52.5
14	31.5	20.5	22.7	94	40	15	30.5	23.5	23.7	90	67
15	27.4	19.1	19.95	90	54	16	24.3	21.5	19.6	89.7	82
16	33.4	22	24.4	89.5	30.2	17	28	21	21.2	90	65.5
17	36.7	23	26.55	81	8	18	30	21.4	22.4	90	40.6
18	35	22.8	25.6	91	26	19	30	22.2	22.8	89.6	62
19	34.5	21.7	24.8	89.4	46	20	30.8	23.3	23.75	89.5	68
20	25.9	18.8	19.05	95.5	51						
21	25.5	19.7	19.3	95	67.3						
22	29	19.6	21	89.4	41						
23	30	21	22.2	89.3	48						
24	29.4	18.7	20.75	89	42						
25	31	22	23.2	89.2	49						
26	35.2	20.5	24.55	89.5	35.5						
27	33.7	23	25.05	91.5	47.4						
28	32.1	24.8	25.15	91.5	57						
29	31.5	22.8	23.85	95	52						
30	27.3	20.8	20.75	94	81.5						
31	27.8	21.6	21.4	90	54.5						

Cuadro 16.- Resumen general de los datos registrados relativos a A. nuxvorcella y al nogal pecanero durante el estudio. Totales de 400 racimos en 20 árboles. Período -- Abril 24 - Septiembre 21. Villa Juárez, N.L., 1981.

Fecha muest.	Nueces regist.	Racim. infest.	Oviposi ción	Eclosión	Nueces penet.	Caída por <u>Acrobasis</u>	Caída por otras caus.	Total nueces caídas	Yemas penet.	Días-Temp. acumulada
Abr. 24	1694	3	3	-	-	-	-	-	-	885
29	1692	2	12	3	2	-	2	2	-	977
May. 1	1688	4	45	5	5	-	4	4	-	1022
6	1658	16	21	27	16	-	30	30	-	1118
8	1642	12	22	18	12	2	14	16	-	1155
10	1628	11	9	14	15	3	11	14	-	1195
13	1603	11	2	3	14	16	9	25	10	1252
15	1373	17	1	1	19	5	225	230	6	1295
17	1338	7	2	2	18	13	22	35	7	1346
23	1213	18	2	2	31	21	104	125	26	1478
27	1180	13	-	-	36	17	16	33	8	1571
29	1153	4	-	-	14	6	21	27	26	1620
31	985	4	-	-	7	22	146	178	23	1662
Jun. 3	948	1	-	-	5	28	9	37	23	1728
6	854	4	-	-	10	37	57	94	20	1800
13	810	8	-	-	9	17	27	44	3	1977
20	792	2	-	-	5	3	15	18	1	2135
27	766	2	-	-	2	5	21	26	-	2299
Jul. 4	731	1	-	-	3	3	32	35	-	2476
11	644	1	-	-	1	6	81	87	-	2651

(continúa)

(sigue de la anterior)

Fecha muest.	Nueces regist.	Racim infest.	Oviposi ción	Eclosión	Nueces penet.	Caída por <u>Acrobasis</u>	Caída por otras caus.	Total nueces caídas	Yemas penet.	Días-Temperat. acumulada.
Jul. 18	437	3	-	-	10	10	197	207	-	2838
25	349	3	-	-	6	4	84	88	-	3039
Ago. 1	276	1	-	-	1	8	65	73	-	3242
8	226	-	-	-	-	9	41	50	-	3458
15	204	-	-	-	-	1	21	22	-	3679
22	193	-	-	-	-	-	11	11	-	3893
29	186	-	-	-	-	1	6	7	-	4100
Sep. 5	186	-	-	-	-	-	-	-	-	4309
11	177	-	-	-	-	-	9	9	-	4495
21	170 ^{1/}	-	-	-	-	3	4	7	-	4776
Total		148	119	75	241	240	1284	1524	153	

1/ Nueces cosechadas.

Figura 6.- Relación comparativa entre los modelos de predicción de eventos biológicos en base a días-temperatura acumulados para la primera generación de *A. nuxvorella* en el área de College Station, Texas (Harris 1981), y Villa Juárez, N.L. Ciclo 1981.

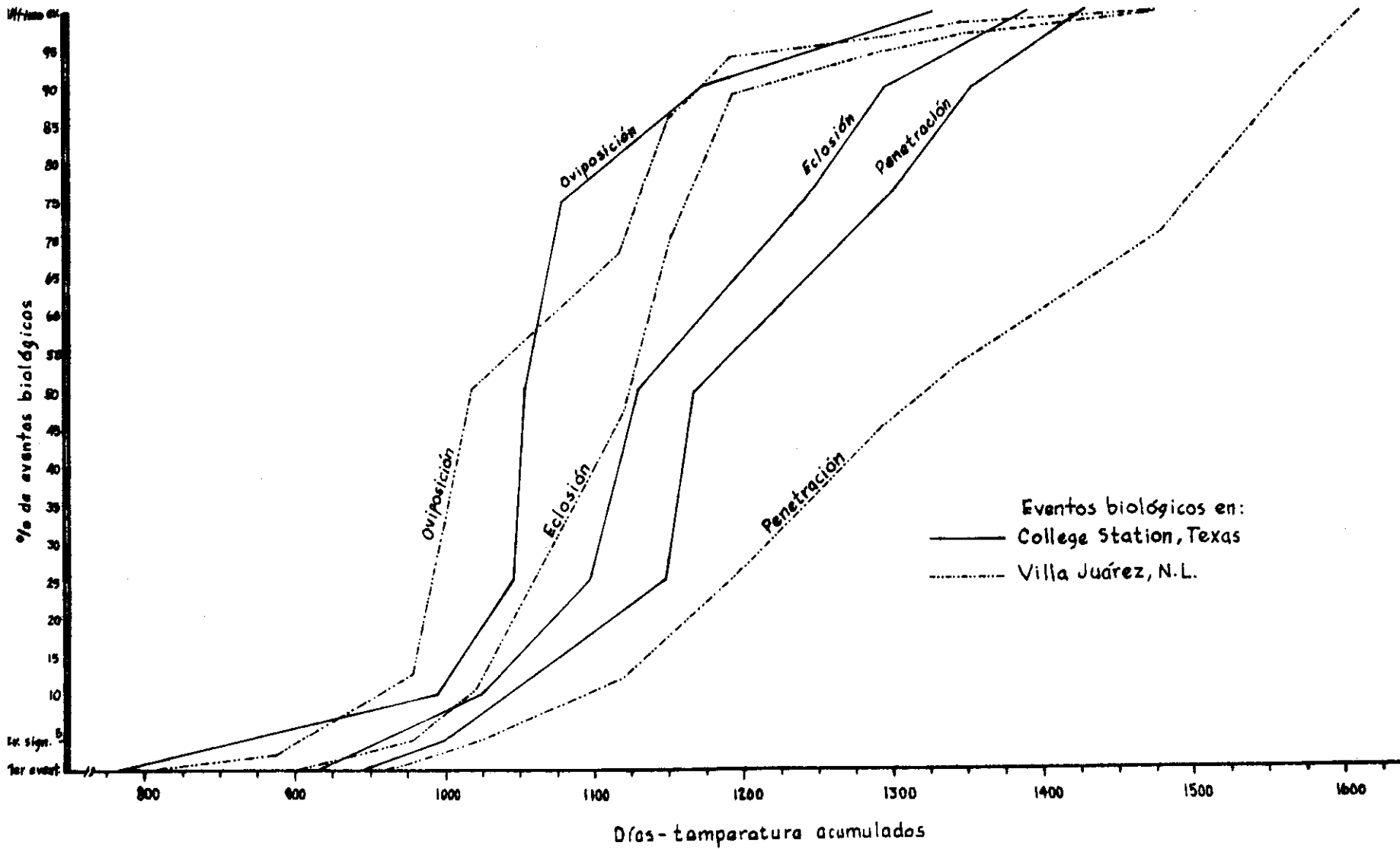
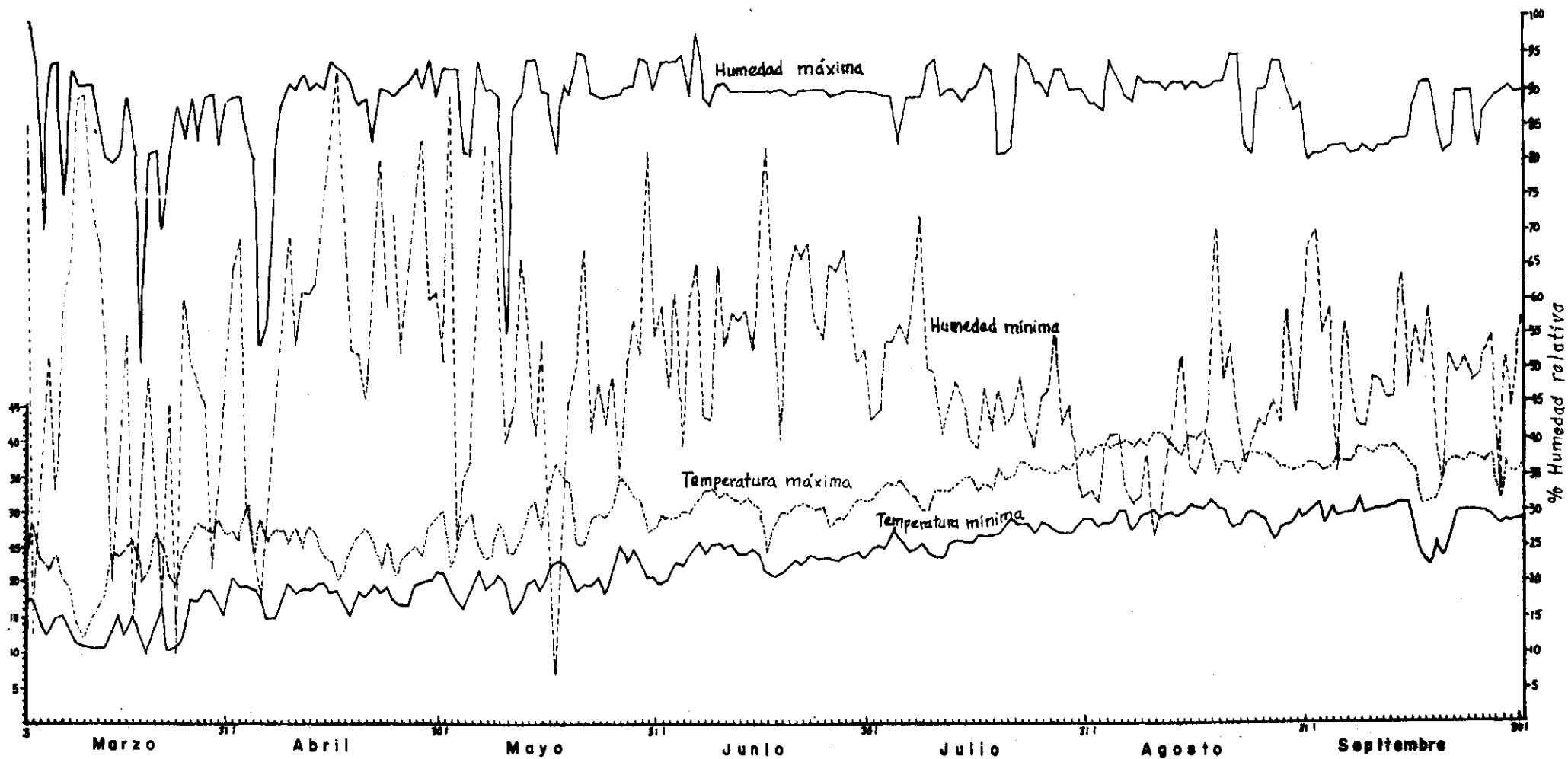


Figura 7.- Registro de temperatura y humedad relativa, máxima y mínima diarias durante el estudio. Período marzo 3-octubre 1 de 1981. Villa Juárez, N.L.



Centro de Información-Biblioteca



30002005355201