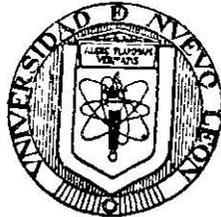


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



DISTRIBUCION ESPACIAL DEL GUSANO BARRENADOR DEL MAIZ, *Diatraea grandiosella* (Dyar), DEL GUSANO ELOTERO, *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie) Y DE LAS DIABROTICAS, *Diabrotica balteata* (Le Conte), *D. duodecimpunctata* (Howardi) Y *D. longicornis* (Say), EN EL CULTIVO DE MAIZ.

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO
FITOTECNISTA PRESENTAN LOS PASANTES.

FRANCISCO JAVIER LUNA SERRANO.

JOSE LUIS MENDOZA LOPEZ.

CELSO GONZALEZ LOPEZ.

MONTERREY, N.L.

JULIO 1980.

T

SB19

.M2

L85

C.1



1080061554

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA



DISTRIBUCION ESPACIAL DEL GUSANO BARRENADOR DEL MAIZ, *Diatraea grandiosella* (Dyar), DEL GUSANO ELOTERO, *Helioverpa (Heliothis) zea* (Boddie) Y DE LAS DIABROTICAS, *Dia**brotica balteata* (Le Conte), *D. duodecimpunctata* (Howardi) Y *D. longicornis* (Say), EN EL CULTIVO DE MAIZ.

TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO

FITOTECNISTA PRESENTAN LOS PASANTES.

FRANCISCO JAVIER LUNA SERRANO.

JOSE LUIS MENDOZA LOPEZ.

CELSO GONZALEZ LOPEZ.

MONTERREY, N.L.

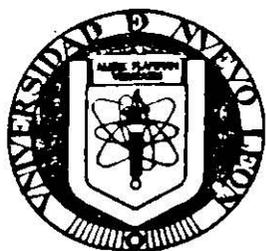
JULIO 1980.

T
SB191
.M2
L85

040.633
FA 23
1980



Stois.



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

DIRECCION GENERAL DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA
CENTRO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Torre de la Rectoría Piso 7 Ciudad Universitaria

Teléfono 76-41-40, Ext. 160-161

Monterrey, N. L., México

FACULTAD DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA

PROYECTO: CONTROL INTEGRADO DE PLAGAS DEL MAIZ EN EL ESTADO DE NUEVO LEON.

TITULO: DISTRIBUCION ESPACIAL DEL GUSANO BARRENADOR DEL MAIZ, *Diatraea grandiosella* (Dyar), DEL GUSANO ELOTERO, *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie) Y DE LAS DIABROTICAS, *Diabrotica balteata* (Le Conte), *D. duodecimpunctata* (Howardi), *D. longicornis* (Say), EN EL CULTIVO DE MAIZ.

CLASIFICACION: TESIS PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA.

AUTORES: FRANCISCO JAVIER LUNA SERRANO.
JOSE LUIS MENDOZA LOPEZ.
CELSO GONZALEZ LOPEZ.

ASESOR: ING. JOSUE LEOS MARTINEZ.

No. DE ORDEN: 22.

OBSERVACIONES: El trabajo sobre gusano cogollero lo desarrolló Leopoldo Guajardo pero no lo concluyó, por lo que no se incluye en éste escrito.

A G R A D E C I M I E N T O

Al Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte por su ayuda y facilidades brindadas para la realización de esta Tesis.

A todo el personal del Campo Agrícola Experimental de General Terán, N.L., que participó en la realización de este trabajo.

A la Dirección de Fomento Agropecuario y al Movimiento de Promoción Rural por las facilidades brindadas para la realización de este trabajo.

A nuestra facultad.

A nuestro asesor:

Ing. M.C. Josué Leos Martínez
Por su amistad, sus consejos y
asesoría en la realización de
esta Tesis.

Al Ing. Emilio Olivares Sáenz
Por su gran ayuda en la realización
de esta Tesis.

A nuestros maestros y compañeros, y a todas aquellas
personas que directa o indirectamente nos brindaron su ayu
da en la realización de este trabajo.

D E D I C A T O R I A

FCO. JAVIER LUNA SERRANO.

Con amor y respeto a mi Madre:

OFELIA SERRANO NUNCIO

Que con su cariño y comprensión
hizo posible la culminación de
mi carrera profesional.

A mi Esposa e hijo con profundo amor:

ELIDA TORRES DE L.

HUMBERTO JAVIER LUNA TORRES.

JOSE LUIS MENDOZA LOPEZ.

A mis Padres:

JOSE MENDOZA GUZMAN

SARA LOPEZ DE MENDOZA

Con respeto y cariño por su gran apoyo y confianza en la culminación de mi carrera.

A mis hermanos:

Martha Elba

Miguel Angel

Fernando

Rodrigo

Ramiro

Carlos Jorge

CELSO GONZALEZ LOPEZ .

En memoria de mi Madre y Hermano .

RAFAELA LOPEZ .

ISMAEL GONZALEZ LOPEZ .

A mi Padre :

IGNACIO GONZALEZ GARCIA .

A mi Esposa :

Ma . DE LOS ANGELES FABELA DE G .

A mis Hermanos :

ANTONIO

MARIA DEL ROSARIO

JOSE JUAN

MARIA DEL CARMEN

MARIA IDALIA

INDICE

	PAGINAS
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	3
Descripción de Plagas del Maíz.	3
Gusano Barrenador del Maíz, <i>Diatraea grandiosella</i> (Dyar)	3
Gusano Elotero, <i>Helicoverpa (Heliothis) zea</i> (Boddie)	4
Diabroticas: <i>Diabrotica balteata</i> (Le Conte), <i>D.</i> <i>duodecimpunctata</i> (Howardi) y <i>D. longicornis</i> (Say).	6
Importancia de Conocer la Distribución Espacial de los Insectos	9
Métodos para Determinar la Distribución Espa- cial	12
Tipos Básicos de Distribución de los Individuos de una Población en su Habitat	15
Modelos Matemáticos Propuestos para Describir la Distribución Espacial de los Insectos	17
Descripción de los Indices de Agregación	23
Algunos Trabajos Realizados Sobre Distribución Espacial de Insectos	28
MATERIALES Y METODOS	35
Gusano Barrenador del Maíz	36
Gusano Elotero	37
Diabroticas	38
Análisis de los Datos	39

PAGINAS

RESULTADOS Y DISCUSION	43
Gusano Barrenador del Maíz	43
Gusano Elotero	58
Diabroticas	76
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
RESUMEN	91
BIBLIOGRAFIA	94

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO	PAGINA
<p>1. Tabla de frecuencia del número de plantas correspondientes a las diversas clases en cuanto a la incidencia del gusano barrenador del maíz, <i>Diatraea grandiosella</i> (Dyar), en seis muestreos para el estudio de su distribución espacial. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.</p>	44
<p>2. Tabla de frecuencia del número de subparcelas correspondientes a las diversas clases en cuanto a la incidencia del gusano barrenador del maíz, <i>Diatraea grandiosella</i> (Dyar), en seis muestreos para el estudio de su distribución espacial. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.</p>	45
<p>3. Valores de χ^2 calculadas por la prueba estándar de bondad de ajuste para cada uno de los muestreos realizados para el estudio de la distribución espacial del gusano barrenador del maíz, <i>Diatraea grandiosella</i> (Dyar), General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.</p>	47
<p>4. Ajustes con las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial del gusano barrenador del maíz, <i>Diatraea grandiosella</i> (Dyar), por medio de la prueba estándar de bondad de ajuste. General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977</p>	48
<p>5. Valores de χ^2 calculada para la prueba "alternativa" de bondad de ajuste para cada uno de los muestreos realizados para el estudio de la distribución espacial del gusano barrenador del maíz, <i>Diatraea grandiosella</i> (Dyar), en General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.</p>	51
<p>6. Ajustes a las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución del gusano barrenador del maíz, <i>Diatraea grandiosella</i> (Dyar), por medio de la prueba "alternativa" de bondad de ajuste. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977. . .</p>	52

7.	Valores de los índices de agregación para de- terminar la distribución espacial del gusano barrenador del maíz, <i>Diatraea grandiosella</i> (Dyar). General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primave- ra-verano 1977.	55
8.	Tabla de frecuencia del número de plantas, metros cuadrados y subparcelas correspondien- tes a las diversas clases en cuanto a la in- cidencia de huevecillos del gusano elotero <i>Helicoverpa (Heliothis) zea</i> (Boddie), en dos mues- tros para el estudio de su distribución es- pacial. En Marín, N.L. Ciclo primavera-vera- no 1977.	59
9.	Valores de χ^2 calculada para la prueba estan- dard de bondad de ajuste realizados para el estudio de la distribución espacial de hueve- cillos del gusano elotero, <i>Helicoverpa (Helio- this) zea</i> (Boddie), en Marín, N.L. Ciclo pri- mavera-verano 1977.	60
10.	Ajuste a las distribuciones teóricas propues- tas para describir la distribución espacial de los huevecillos del gusano elotero <i>Helico- verpa (Heliothis) zea</i> (Boddie), por medio de la prueba estándar de bondad de ajuste. En Ma- rín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977. . . .	61
11.	Valores de χ^2 calculada para la prueba alter- nativa de bondad de ajuste realizados para el estudio de la distribución espacial de huevecillos del gusano elotero <i>Helicoverpa (He- liothis) zea</i> (Boddie), en Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.	63
12.	Ajuste a las distribuciones teóricas propues- tas para describir la distribución espacial de los huevecillos del gusano elotero <i>Helico- verpa (Heliothis) zea</i> (Boddie) por medio de la prueba alternativa de bondad de ajuste. En Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977. . .	64
13.	Valores de los índices de agregación para de- terminar la distribución espacial de los hue- vecillos del gusano elotero <i>Helicoverpa (Helio- this) zea</i> (Boddie), en Marín, N.L. Ciclo pri- mavera-verano 1977.	66

14. Tablas de frecuencias del número de plantas, metros cuadrados y subparcelas correspondientes a las diversas clases en cuanto a la incidencia de larvas del gusano elotero *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie) en el primero, cuarto y quinto muestreo para el estudio de la distribución espacial. En General Escobedo, N.L. Ciclo primavera-verano 1977. 68
15. Valores de χ^2 calculada para la prueba estándar de bondad de ajuste realizados para el estudio de la distribución espacial de larvas del gusano elotero, *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), en General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977. 69
16. Ajuste con las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial de larvas del gusano elotero *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), por medio de la prueba estándar de bondad de ajuste. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 70
17. Valores de χ^2 calculada para la prueba alternativa de bondad de ajuste realizados para el estudio de la distribución espacial de larvas del gusano elotero, *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), en General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977. 72
18. Ajuste de las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial de larvas del gusano elotero *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), por medio de la prueba alternativa de bondad de ajuste. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977. 73
19. Valores de los índices de agregación probados para determinar la distribución espacial de larvas del gusano elotero *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), en General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977. 75
20. Tabla de frecuencia de los muestreos correspondientes a las diversas clases en cuanto a la incidencia de *D. balteata* (Le Conte) para el estudio de su distribución espacial. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primave

	ra-verano 1977.	77
21.	Valores de la X^2 calculada para la prueba alternativa de bondad de ajuste realizados para el estudio de la distribución espacial de la <i>D. balteata</i> (Le Conte), en General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977. .	78
22.	Ajuste con las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial de la <i>Diabrotica balteata</i> (Le Conte), por medio de la prueba estandard de bondad de ajuste. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.	79
23.	Tablas de frecuencia del número de insectos por planta y subparcela de la especie <i>D. longicornis</i> (Le Conte), en el primer muestreo para el estudio de su distribución espacial. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.	80
24.	Valores de la X^2 calculada y la X^2 teórica para la prueba alternativa de bondad de ajuste para todas las distribuciones propuestas para describir la distribución de <i>Diabrotica longicornis</i> (Say), en General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.	81
25.	Ajuste con las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial de la <i>Diabrotica longicornis</i> (Say), por medio de la prueba alternativa de bondad de ajuste. En General Escobedo, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.	82
26.	Tablas de frecuencia del número de insectos de <i>Diabrotica duodecimpunctata</i> (Howardi), para el estudio de su distribución espacial. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.	83
27.	Valores de la X^2 calculada y la X^2 teórica para la prueba alternativa de bondad de ajuste para todas las distribuciones de <i>D. duodecimpunctata</i> (Howardi), en General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.	84
28.	Ajuste con las distribuciones teóricas propues_	

	tas para describir la distribución espacial de la <i>Diabrotica duodecimpunctata</i> (Howardi) por medio de la prueba de bondad de ajuste. En General Escobedo, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.	84
29.	Valores de los índices de agregación probados para determinar la distribución espacial de las diabroticas. Ciclo primavera-verano 1977.	86

	tas para describir la distribución espacial de la <i>Diabrotica duodecimpunctata</i> (Howardi) por medio de la prueba de bondad de ajuste. En General Escobedo, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.	84
29.	Valores de los índices de agregación probados para determinar la distribución espacial de las diabroticas. Ciclo primavera-verano 1977.	86

I.- INTRODUCCION

El maíz es uno de los alimentos básicos del pueblo mexicano y su cultivo cubre grandes áreas del País.

Uno de los problemas que tiene éste cultivo del maíz, son las plagas y aunque se ejerce un combate principalmente químico, no es del todo efectivo, sino más bien un paliativo esporádico, que no solo aumenta los costos de producción sino que también contribuyen a la contaminación del suelo y del ambiente (1).

Teniendo en mente lo anterior, se creó en el Departamento de Parasitología de la Facultad de Agronomía el proyecto "Control integrado de las plagas del maíz en Nuevo León" que forma parte de los estudios del Centro de Investigación Agropecuario de la U.A.N.L.

Uno de los objetivos del proyecto es desarrollar sistemas de muestreo, que sean rápidos y eficientes, para los insectos importantes (beneficos y dañinos) del maíz.

Un buen sistema de muestreo es de gran importancia, ya que permite estimar adecuadamente la densidad de población de los insectos y éste conocimiento es básico al tomar la decisión de efectuar o no medidas de control, así como para estudiar la dinámica poblacional, los índices de natalidad y mortalidad y para valorar la eficiencia de los métodos de control usados, etc.

Para desarrollar un buen sistema de muestreo se hace necesario disponer de cierta información básica como es la biología del insecto y el conocimiento de su distribución espacial en el cultivo.

Por lo tanto, éste trabajo de investigación tuvo como finalidad, estudiar la distribución o disposición espacial que presentan tres insectos importantes del maíz, en el hábitat que ocupan; colaborando de ésta manera, con la determinación de un adecuado sistema de muestreo.

Los insectos estudiados fueron: el gusano barrenador del maíz, *Diatraea grandiosella* (Dyar); el gusano elotero, *Heliothis (Heliothis) zea* (Boddie) y las diabroticas, *Diabrotica balteata* (Le Conte), *D. duodecimpunctata* (Howardi) y *D. longicornis* (Say).

II.- REVISION DE LITERATURA

Descripción de Plagas del Maíz.

A continuación se presenta una breve descripción de los insectos que serán tratados en este escrito (23, 20, 11 y 16).

Gusano barrenador del maíz, *Diatraea grandiosella* (Dyar).

El gusano barrenador del maíz es un insecto altamente destructivo del cultivo de maíz, pudiendo causarle daños de 15 a 50%. Las plantas altamente infestadas tienden a "acamarse" ó "torcerse", se achaparran y a veces presentan un agrandamiento del tallo en la superficie del suelo, todo ésto debido a que éstos insectos tienden a penetrar en el tallo, barrenándolo posteriormente.

Los adultos son palomillas de color claro-amarillento que miden de 2 a 3 cm. Las nembras ponen sus huevecillos en la parte inferior de las hojas ó tallos de las plantas, en masas aisladas y pequeñas, son de color blanco con franjas transversales, aplanados u ovaes. Cada hembra pone por lo general entre 300 a 400 huevecillos.

Las larvas nacen después de una semana de la postura y comienzan a alimentarse de las partes donde fueron puestas; son de color arenoso con 8 manchas redondas de color café en hilera transversal en la parte anterior de cada segmento del

cuerpo y otras 2 atrás. Cuando alcanzan su desarrollo, a las 2 ó 3 semanas de nacidas, ya se encuentran en la parte inferior del tallo, penetran y barrenan hacia arriba, logran do llegar a barrenar hasta el elote. Se ha comprobado que cinco barrenadores por tallo de maíz causan considerables pérdidas económicas. Una vez que han alcanzado su máximo de desarrollo la larva pupa dentro del tallo y se convierte en adulto.

Además del maíz, éste insecto ataca al sorgo, caña de azúcar, sorgo escobero, zacate sudan y zacate johonson, principalmente. Está ampliamente distribuido en México y los Estados Unidos.

Su control es difícil, no contándose hasta el momento, con una medida de control eficiente y de bajo costo. Por lo regular se utiliza el control cultural y químico para disminuir su población únicamente.

Gusano elotero, *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie).

Este insecto pasa el invierno en forma de pupa de color café-rojizo mide 1.3-2 cm, y se encuentra debajo de la superficie del suelo. En la primavera y al principio del verano emergen las palomillas que miden de 2.5-3.5 cm de expansión de alas; las alas anteriores son de color café grisáceo claro marcado con líneas irregulares de color gris oscuro y con un área obscura cerca de la punta de las alas. Las alas

posteriores son blancas con algunas manchas o marcas oscuras irregulares. Se alimentan del néctar de las flores y durante las tardes tibias depositan sus huevecillos en los estigmas del elote, cada palomilla puede ovipositar de 300 a 3000 huevecillos.

Los huevecillos son puestos aisladamente y tienen forma semi-esférica con surcos a lo largo de sus lados. Son de color amarillo, más o menos de la mitad del tamaño de la cabeza de un alfiler común. Se incuban de 2 a 10 días.

Los gusanos se alimentan al principio de los cabellitos del elote y después de los granos tiernos del fruto. En un espacio de 2 a 4 semanas mudan cinco veces, al alcanzar su pleno desarrollo las larvas caminan hacia abajo del tallo o se dejan caer al suelo, en el cual forman túneles y excavan una pequeña celda de pared tersa comúnmente de 7.5 a 12.5 cm de profundidad en donde pupan, emergiendo como palomilla de nuevo después de un período de 10 a 25 días.

Los gusanos no siempre permanecen en el primer elote en el que se ha introducido, sino que frecuentemente van de uno a otro. Son de hábitos caníbales y generalmente es encontrado solo un gusano completamente desarrollado en cada elote. Hay 2 ó 3 generaciones de éste insecto cada año.

Diabroticas: *Diabrotica balteata* (Le Conte), *D. duodecimpunctata* (Howardi) y *D. longicornis* (Say).

Las diabroticas son insectos pequeños que atacan a una gran diversidad de cultivos, como las hortalizas, el maíz, algunos forrajes y otros, causándoles grandes daños. Este insecto causa los daños tanto en su estado adulto como en su estado larval, siendo éste último el que causa los mayores daños ya que ataca a la raíz, se ha encontrado además que éstos insectos son trasmisores del virus que causa la Marchitez Bacteriana del Maíz.

Existen diferentes especies de diabroticas, las cuales son muy parecidas por la forma en que causan los daños pero difieren en su ciclo de vida, apariencia y hábitos.

A continuación se hará una breve descripción para cada especie de diabroticas.

Diabrotica longicornis (Say).

Este insecto pasa el invierno en estado de huevecillo, los cuales son depositados durante el otoño en la tierra alrededor de las raíces del maíz, y en ningún otro sitio conocido. Incuban un poco tarde en primavera, y las larvas se abren paso a través de la tierra hasta que encuentran las raíces del maíz. Aunque se alimentan en cierto grado de algunos de los pastos nativos, la mayoría de ellas morirán si no se siembra maíz en el campo donde fueron puestos los hue-

vecillos. Las larvas barrenan a través de las raíces, haciendo pequeños túneles de color café y son capaces de transmitir la Marchitez Bacteriana del Maíz. Alcanzan su completo desarrollo durante el mes de julio, dejan las raíces y pupan en celdas en el suelo, siendo éstas de color blanco puro y de consistencia muy suave. El estado adulto es alcanzado durante la parte final de julio y agosto. Al alcanzar el estado adulto dejan el suelo y se alimentan del cabellito del elote y del polen de ésta y muchas otras plantas. El adulto mide más o menos de 0.4 a 0.6 cm de largo, son de color verdoso uniforme a verde amarillento, y muy activas, maromean sobre las flores o hacia fuera de los cabellitos cuando son perturbadas. Casi todas las diabroticas mueren en la época de las primeras heladas fuertes.

Diabrotica duodecimpunctata (Howordi).

Este insecto pasa el invierno en estado adulto y es de color amarillento o verde amarillento más o menos de 0.6 cm de largo, con 12 manchas negras conspicuas en las cubiertas de sus alas. La cabeza es negra, y las antenas que miden más o menos de la mitad a las 2/3 partes de la longitud del cuerpo, son de color obscuro casi negro. Las catarinitas invernan en casi toda clase de albergues, pero parece que prefieren las bases de las plantas que no mueren por completo por las heladas.

Las larvas barrenan las raíces formando túneles, miden más o menos de 1.25 a 1.8 cm de largo, su cuerpo es de color blanco un tanto arrugado, 6 patas muy pequeñas y la cabeza de color café. El último segmento del abdomen tiene un margen casi circular y es de color café. Además del daño a las raíces ha mostrado tener parte en la diseminación de la Marchitez Bacteriana del Maíz.

Se vuelven activas al principio de la primavera, volando durante los primeros días en que las temperaturas alcanzan 21°C o más. Las hembras depositan sus huevecillos en la tierra, alrededor de las bases de las plantas y las partes subterráneas del tallo. Alcanzan su completo desarrollo durante el mes de julio. Este insecto tiene 2 generaciones.

Diabrotica balteata (Le Conte).

Es un insecto pequeño de color verde y en los elitros tiene franjas o bandas transversales de color amarillo, mide más o menos de 0.5 a 0.6 cm. Las hembras ovipositan en la tierra alrededor de las bases de las plantas.

Al eclosionar los huevecillos las larvas barrenan las raíces formando túneles, siendo de color blanco amarillento un tanto rugoso. Dejan las raíces y pupan en celdas en el suelo. Los adultos emergen del suelo y se alimentan de los cabellitos del elote y del polen de esta y otras muchas plantas.

Importancia de Conocer la Distribución Espacial de los Insectos.

Uno de los principales problemas dentro de la entomología económica es el de enumerar la población de insectos que se encuentra localizada en un determinado habitat en un momento dado, siendo esto de gran importancia ya que mediante su conocimiento nos permitiría (28):

- 1).- Estimar la necesidad de establecer el control de una especie perjudicial al cultivo.
- 2).- Valorizar la efectividad del método de control.
- 3).- Correlacionar las poblaciones de insectos de una especie con el grado de daño ocasionado.
- 4).- Correlacionar las poblaciones de insectos con características ecológicas o agrícolas: cubierta vegetal, humedad, acidez o alcalinidad, textura y estructura del suelo, sistema de rotación, temperatura, precipitación pluvial, etc.
- 5).- Determinar tendencias en las poblaciones a aumentar o disminuir con los años.

Puesto que es prácticamente imposible enumerar la población de insectos que se encuentra localizada en su habitat, es necesario y conveniente recurrir a las técnicas de muestreo para llevar a efecto la estimación de la densidad de po

blación de insectos. Para el desarrollo de éstas técnicas o métodos adecuados de muestreo se hace necesario contar con el conocimiento de la distribución espacial y el ciclo de vida del insecto de interés; si el ciclo de vida es conocido, es necesario llevar a cabo trabajos preliminares para conocer la distribución estadística espacial del insecto. En base a ésta distribución es posible calcular el tamaño de las muestras, el número de ellas y la forma de colectarlas (6).

La importancia del conocimiento de la distribución espacial de los insectos, a sido enfatizada por varios autores que han trabajado sobre ecología de poblaciones.

- 1.- Reyna (26) opina que la distribución espacial de un organismo es un paso preliminar, tendiente a una mejor comprensión de los sistemas ecológicos cuya actividad ocasiona ciertos patrones en la dispersión o distribución de las poblaciones.
- 2.- Forsythe (12) señala que es necesario el conocimiento de la distribución espacial de una población insectil si se quiere comprender verdaderamente el carácter y, sobre todo, si ha de medirse la densidad de la misma.
- 3.- Rojas (28) anota que la distribución espacial puede afectar el plan de muestreo y el análisis de los datos.
- 4.- Carrillo (6) y Harcourt (15) señalan que el conocimien-

to de la distribución espacial puede facilitar el desarrollo de nuevos y más eficientes métodos de muestreo, como el muestreo secuencial.

La distribución espacial de los insectos nos describe la forma en que están éstos dispuestos en su habitat en un momento dado (5). Estando ésta determinada por la interacción de los mismos insectos con su medio ambiente, es decir por un gran número de factores ambientales y congénitos, - - siendo los más sobresalientes los climatológicos y geográficos, la disponibilidad de alimentos, áreas de abrigo o refugio, la presencia de enemigos naturales, los hábitos de oviposición y alimentación, la movilidad y la estructura de edades de la población (26, 32 y 7).

En varios estudios biológicos se han ajustado frecuentemente distribuciones estadísticas con objeto de describir los patrones de distribución de los organismos en el espacio o a través del tiempo. Las distribuciones estadísticas que comúnmente se emplean para describir la distribución espa-cial de los insectos son la binomial negativa, la Poisson, la logarítmica, la Neyman tipo A, binomial positiva, etc. - Estas distribuciones son una especie de arquetipo que sirven de orientación general y como puntos de referencia para ayudar a describir la distribución espacial de los insectos - - (1).

Métodos Para Determinar la Distribución Espacial.

Existen varios métodos por medio de los cuales podemos realizar el ajuste de la distribución espacial del insecto a distribuciones estadísticas propuestas, siendo éstos (26, - 17, 32 y 24):

- 1).- Prueba de bondad de ajuste χ^2 (Ji-cuadrada).
- 2).- Índice de "aglomeración media" (\bar{m}).
- 3).- Índices de agregación.

Prueba de bondad de ajuste χ^2 .

Esta prueba es una de las más convincentes y consiste en hacer comparaciones entre el número real de observaciones y el número esperado de las mismas (esperado bajo la "suposición", según la distribución teórica utilizada) para varios valores de la variable aleatoria.

Los números esperados usualmente se calculan usando la distribución supuesta, haciendo los parámetros iguales a sus muestras estimadas. La estadística χ^2 se calcula de acuerdo a la siguiente ecuación (24):

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^n \frac{(O_{ij} - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

χ^2 = Ji-cuadrada

O = frecuencia observada

E = frecuencia esperada

Entre menor sean los valores de χ^2 , es más baja la probabilidad de observar desviaciones y el ajuste es mejor (5).

Los datos recabados en los muestreos se arreglan en tablas de frecuencia y posteriormente se procede a calcular las frecuencias esperadas para compararlas con las observadas y poder determinar si tuvo ajuste a la distribución teórica propuesta.

El índice de aglomeración media.

Fué propuesto por Iwao (17) como un análisis preliminar para detectar el grado de contagio. Está basado en la relación del índice "aglomeración media" con la densidad media de la población. La "aglomeración media" está definida como el número promedio de vecinos que tiene cada individuo en la misma unidad de observación. Este índice está determinado por la siguiente ecuación:

$$\bar{m}^* = m + \frac{s^2}{m} - 1$$

Donde "m" es igual a la densidad media de la población y s^2 es la varianza.

Cuando la media es numéricamente igual a la varianza, es decir en poblaciones cuya distribución es al azar, la evaluación anterior se reduce a (5):

$$\bar{m}^* = m$$

Una gráfica de \bar{m}^* contra m , en ejes cartesianos mostraría entonces una recta a 45° para representar una distribución al azar. Las distribuciones de contagio se ubicarían por encima de ella y las distribuciones uniformes o regulares por abajo (Figura 1), pudiendo en todo caso ser descritas por un modelo lineal del tipo $\bar{m}^* = \alpha + \beta m$.

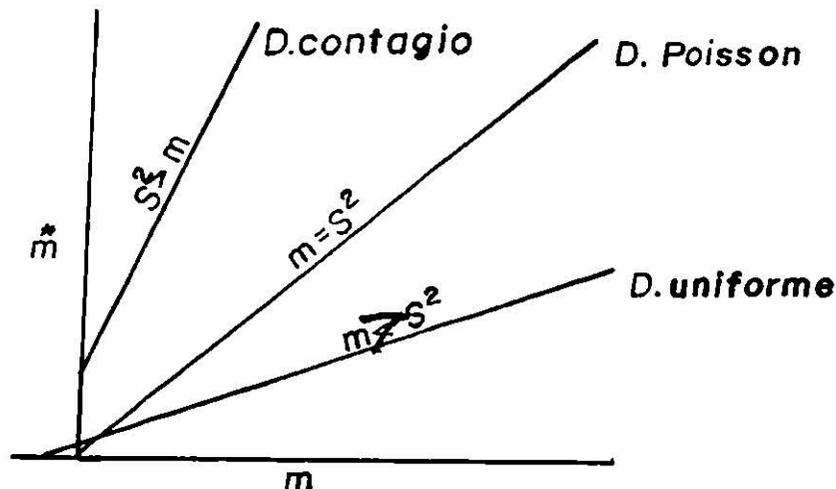


Figura 1.- Relaciones teóricas, "aglomeración media" (\bar{m}^*) - densidad media (m) para poblaciones al azar, uniformes y agregadas.

Por lo tanto, los valores de los coeficientes de la regresión dan un análisis del patrón de agregación de la población bajo estudio.

El coeficiente β puede ser usado como un índice que muestre el patrón espacial de los individuos o grupos de individuos en relación con la densidad de la población. Su valor es igual a la unidad cuando la distribución de los individuos sigue la serie Poisson y más grande o más pequeña que la unidad cuando las distribuciones son de agregación o regulares, respectivamente (17).

Indices o coeficientes de agregación.

En los estudios sobre la distribución espacial de los insectos, además de ajustar una distribución teórica a la distribución observada es conveniente tratar de medir el grado de contagio en la población, dicho grado de contagio se expresa por medio de índices o coeficientes de agregación, los cuales son calculados en base a cantidades reales obtenidas del muestreo, así lo anota Southwood (1966) citado por Alvarez (1).

Entre los principales índices de agregación están: el índice de la relación varianza-media, el índice de Morisita, el índice de Davia y Moore y el índice de agregación "K" de la binomial negativa. Más adelante se presenta una discusión sobre los índices de agregación.

Tipos Básicos de Distribución de los Individuos de una Población en su Habitat.

Existen cuatro tipos básicos de distribución de los individuos de una población en su habitat, según Dayl (9) y Byerly (4), siendo éstos los que se aprecian en la Figura 2

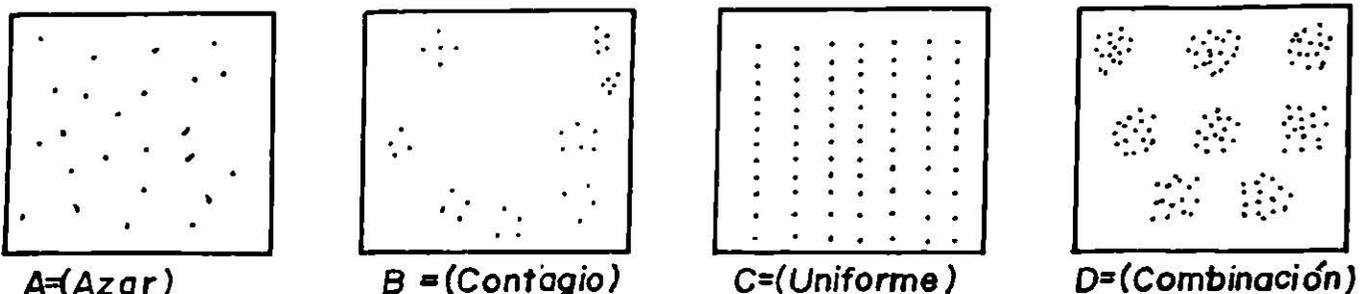


Figura 2.- tipos de distribuciones de los individuos en sus habitats.

El primer tipo (A) corresponde a la forma en que los individuos están dispersos en el campo cuando se adaptan a una distribución al azar. Para este tipo de distribuciones la media (M) y la varianza (σ^2) serán iguales. La distribución al azar (Poisson) se encuentra solo en medios muy homogéneos y en especies sin ninguna tendencia a la agregación, por ejemplo los pulgones en la fase inicial de invasión de un cultivo, cuando su densidad de población aún es pequeña.

El tipo B corresponde a aquellas poblaciones de insectos que se ajustan mejor a una distribución de contagio, como la binomial negativa. Estas poblaciones se presentan en agregados o manchones y la varianza (σ^2) es mayor que la media poblacional (M); la varianza será mayor entre mayor sea la tendencia de agrupación del insecto. Esta es la forma más frecuente en que se presentan distribuidos los insectos lo cual se debe en muchos casos a el propio habito de los insectos a agruparse.

El tipo C corresponde a una distribución uniforme, en la que los individuos están uniformemente distribuidos en su habitat y cada individuo ocupa una unidad de muestreo. La varianza será nula puesto que el número de individuos de cada muestra será igual a la media. Para éste caso la varianza es menor que la media.

En el tipo D es el caso de una combinación de colonias de individuos, las colonias son regularmente dispersas, éste

tipo no es muy común encontrarla.

Modelos Matemáticos Propuestos Para Describir la
Distribución Espacial de los Insectos.

Varios modelos de distribuciones matemáticas se han propuesto para describir la distribución espacial de los insectos; una lista de los modelos más conocidos, la da Alvarez en 1971 (1).

Distribuciones de no contagio (al azar):

Distribución normal.

Distribución binomial.

Distribución de Poisson.

Distribuciones de contagio:

Distribución de Neyman tipo A.

Distribución logarítmica.

Distribución binomial negativa.

La mayoría de los autores consideran que la distribución binomial negativa y la de Poisson tienen mayor aplicación cuando se quiere describir matemáticamente la distribución espacial de los insectos, por ésta razón solamente se hará una descripción detallada de dichas distribuciones. Del resto de las distribuciones matemáticas únicamente se mencionarán brevemente las más importantes (19 y 1).

Distribución de Poisson.

Es una distribución discreta, uniparamétrica, cuyos parámetros: varianza y media son numéricamente iguales. La interpretación biológica de la media en la serie de Poisson es el número promedio de insectos por unidad de muestreo (4).

La función de probabilidad de la distribución de Poisson está dada por la siguiente expresión (30):

$$P(X) = e^{-m} \frac{m^x}{x!} \quad x = 0, 1, 2, \dots$$

en donde "m" es la media y es igual a la varianza y "e" es la base de logaritmos naturales.

Los requisitos que se hacen necesarios para que la distribución de Poisson describa un patrón de distribución de insectos son (32 y 8): 1).- todos los insectos deben tener la misma oportunidad de ocupar cualquier unidad de muestreo; 2).- todas las unidades de muestreo deben tener igual posibilidad de ser ocupadas por cualquier otro insecto; 3).- la presencia o ausencia de un insecto no debe afectar la presencia o ausencia de otros insectos. Lo anterior no significa que la población sea uniforme sino que debe haber igual posibilidad para que un insecto ocupe cualquier punto en el espacio muestral.

Debido a que es muy difícil que éstas condiciones se cumplan en la naturaleza, la mayoría de los investigadores

están de acuerdo en afirmar que muy raramente se encuentra un patrón de distribución de insectos en el campo que sea descrito adecuadamente por la distribución de Poisson (14, 7 y 29).

Distribución binomial.

Se asume cuando en cada observación únicamente se registra la presencia o ausencia de insectos o daño; y cuando cada unidad de muestreo tiene la misma probabilidad de que los insectos incidan en ella (19).

Distribución normal.

Seguramente ésta distribución es la menos frecuente en el muestreo de poblaciones de insectos; se caracteriza por que la presencia o ausencia de un insecto en una unidad de muestreo no está relacionada con la presencia o ausencia de otras; y porque la media y la varianza son también independientes (31 y 19).

Distribución binomial negativa.

La distribución binomial negativa ha probado ser aplicable a una gran cantidad de distribuciones de insectos, siendo esto debido a las siguientes condiciones (8):

- 1).- El habitat es generalmente heterogéneo.
- 2).- Los individuos de una población usualmente se han dis-

persado de un centro de concentración (masas de huevecillos).

La función de probabilidad de ésta distribución ésta dada por la siguiente expresión (1).

$$P(X) = \frac{\Gamma(X+K) p^K q^X}{\Gamma(K) X!}$$

$$X = 0, 1, 2, \dots$$

$$m = \frac{Kq}{p}$$

$$0 < K < \infty$$

$$0 < p < 1$$

$$q = 1-p$$

$$\sigma^2 = \frac{m}{p}$$

La distribución binomial negativa tiene dos parámetros: la media y el exponente "K". La media nos indica el número medio de insectos existentes en las unidades de muestreo "K" es un parámetro de contagio. Si "K" es infinito el contagio es cero y la binomial negativa se transforma en la Poisson. Si "K" es cero y se elimina la frecuencia para $X = 0$ obtenemos la distribución logarítmica de gran importancia en las distribuciones de especies vegetales y animales (28). Por lo anterior, Anscombe, citado por Rojas (28) atribuye gran importancia biológica a los parámetros m y "K"; según el m depende de los factores externos y "K" caracteriza al poder reproductivo de la especie animal.

Varios autores consideran al exponente K de la binomial negativa como inestable ya que tiende a cambiar con la densidad

dad de la media. Por lo que proponen un valor común para dicho exponente; éste valor común de "K" sería de gran utilidad en el análisis de varianza y en el desarrollo de un plan de muestreo secuencial (1).

Waters (32) recomienda el uso de la más pequeña unidad natural factible para muestreo, el muestreo múltiple (unidad) y la estratificación de los datos por la densidad de población y otros criterios significativos para aumentar la exactitud y confianza de los estimadores de "K".

Anscombe (1950) citado por Alvarez (1) anota las diferentes maneras en que se puede originar una distribución binomial negativa:

- 1.- Muestreo binomial inverso: si una proporción de individuos en una población posee una cierta característica, el número de muestras, en exceso de K, que se deben tomar para obtener K individuos con dicha característica, tendrá una distribución binomial negativa con exponente K.
- 2.- Muestreo Poisson heterogéneo: si el parámetro de una distribución de Poisson varía con el tiempo, bajo ciertas condiciones, se obtiene una distribución binomial negativa.
- 3.- Combinación de serie Poissoniana y distribución logarítmica: si un número de colonias se distribuye como una

serie poissoniana, pero el número de individuos por colonia sigue una distribución logarítmica, la distribución consecuente de los individuos, seguirá una distribución binomial negativa.

- 4.- Procesos de nacimientos, muertes y tasas de inmigración: los nacimientos y muertes expresados por individuo y la tasa de inmigración expresada por unidad de tiempo, conducen a una población cuyo tamaño constituirá una serie binomial negativa.
- 5.- Cole (7) y Carrillo (6) anotan que cuando se presenta el caso de que la presencia de un individuo en una unidad de muestreo incrementa la probabilidad de que otro también este presente en esa unidad de muestreo, se dice que hay un verdadero contagio y puede originarse una distribución binomial negativa.

Distribucion de Neyman tipo A.

Esta distribución fué propuesta por Neyman, para describir la distribución de larvas a partir de colonias formadas por masas de huevecillos depositados al azar, en una área de determinado tamaño.

Varios autores han encontrado útil ésta distribución para describir la distribución espacial de larvas, tan pronto eclosionan de las masas de huevecillos (1).

Distribución logarítmica.

Esta distribución fué propuesta para describir los patrones espaciales de los insectos cuyo grado de agregación es mayor que la binomial negativa. Esta distribución es considerada como el límite de la binomial negativa, logrando su ajuste cuando el valor del parámetro "K" tiende a cero (26).

En general tenemos que las principales distribuciones de organismos pertenecen a las distribuciones de contagio, siendo su implicación ecológica que la presencia de uno o más organismos dentro de una unidad de muestras influye la probabilidad de que otros organismos se encuentren en la misma muestra. En éste caso los organismos tienden a concen--trarse dentro de pocas muestras, dejando varias desocupadas (7).

Descripción de los Indices de Agregación.

Existen en la actualidad varios índices de agregación o dispersión cuya finalidad es la de medir el grado de contagio en la población. Lefkovitch (18) considera que hasta la fecha no existe un índice que sea satisfactorio para medir el grado de contagio de una población insectil, aunque otros autores consideran lo contrario (10, 1 y 5).

Green (1966), citado por Lefkovitch (18), considera que un buen índice debe reunir las siguientes características:

- 1.- Debe proporcionar valores reales y continuos para el rango completo de agregación, considerando que el rango de agregación va desde la máxima regularidad hasta la máxima agregación. Se dice que existe máxima regularidad cuando todas y cada una de las unidades de muestreo están ocupadas por un organismo y la relación varianza-media es igual a cero y por otro lado la máxima agregación es cuando todos los individuos están en una de las unidades de muestreo y la relación varianza-media es mayor que la unidad.
- 2.- Los valores o rangos de valores de los índices no deberán ser afectados por la variación en el número de unidades de muestra, ni por el tamaño de la unidad de muestra y el número total de individuos.
- 3.- Debe ser fácil de calcular.
- 4.- Los valores del índice para una hipótesis dada debe ser central en su posición.
- 5.- Debe permitir la prueba entre dos ó más valores.
- 6.- Debe tener interpretación biológica.

Los índices que se utilizan en la actualidad son (27).

a). Índice de relación varianza-media: s^2/\bar{x} .

b). Índice de Lexis: $\lambda = \sqrt{s^2/\bar{x}}$.

- c). Índice de Neyman (David y Moore): $I = (S^2/\bar{X}) - 1$.
- d). Índice de Green: $C_x = I/(T-1)$.
- e). Índice Ic: $I_c = 1 + (I/\bar{X})$.
- f). Índice de Debauche: $E = \bar{X} - \lambda$.
- g). Índice de Cancela da Fonseca: $I\Delta = \lambda/\bar{X}$.
- h). Índice de Cole: $R: \Sigma X^2/(\Sigma X)^2$.
- i). Índice de Morisita: $I_\delta = B(\Sigma X^2 - \Sigma X)/I(\Sigma X)^2 - \Sigma X$
- j). Índice de Charlier = C = $(100 S^2 - \bar{X}/\bar{X})$.
- k). Índice de Bliss y Fisher: $K_1 = \bar{X}^2/(S^2 - \bar{X})$.
- l). Parámetro "K" de la binomial negativa: $K = \frac{\bar{X}^2}{(S^2 - \bar{X})}$
- m). Índice "A" de Lefkovitch: $\Delta = \frac{4}{\pi} \tan^{-1}(S^2/\sigma^2) - 1$.

A continuación se hará una breve explicación de los índices considerados como los mejores, por los resultados que muestran al medir el grado de contagio de una población (6, 21, 10 y 32).

Índice de relación varianza-media.

Es uno de los índices que nos proporcionan los mejores resultados para medir el grado de agregación. El valor numérico para ésta relación es menor que la unidad para distribu

ciones regulares; igual a la unidad para la distribución de Poisson y mayor que la unidad para las distribuciones de contagio (21).

El cálculo de éste índice se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$I_{v-m} = s^2/\bar{X}$$

Donde s^2 es la varianza de la población de organismos y \bar{X} es la media poblacional.

En los pocos trabajos realizados en México sobre éste tema, se ha encontrado que éste índice es el que a proporcionado los mejores resultados (1 y 10).

Parámetro "K" de la binomial negativa.

El parámetro "K" de la binomial negativa es el índice que más se ha utilizado como medida de agregación en la mayoría de los trabajos realizados sobre distribución espacial. Waters (32) dice que la utilización de éste índice se debe a que es una medida válida y fácilmente computable.

El cálculo del parámetro "K" se lleva a cabo mediante la siguiente ecuación (15 y 32):

$$K = \frac{\bar{X}^2}{s^2/\bar{X}}$$

Donde \bar{X} es la media y s^2 es la varianza de la población.

Existen más métodos para calcular el parámetro "K" pero el más usual es mediante la fórmula anteriormente citada (32).

El parámetro "K" toma valores muy pequeños, menores que la unidad, para indicarnos un alto grado de contagio y que la distribución espacial del insecto se adapta a la binomial negativa; si "K" adquiere valores muy grandes o tiende a infinito el contagio es nulo y la binomial negativa se transforma en la Poisson. Si "K" tiende a cero y se elimina la frecuencia para $X = 0$, la distribución converge a la distribución logarítmica (28, 14 y 6).

Desafortunadamente, el valor de "K" está influenciado por el tamaño de la unidad de muestreo y tiende a incrementarse a medida que aumenta la densidad poblacional (15 y 6).

Sin embargo Waters (32) señala que mediante el uso de la más pequeña unidad natural factible para muestreo y la estratificación con los datos por la densidad poblacional y otros criterios significativos, aumentará la exactitud y confianza de los estimadores de "K".

Reyna (26) anota que el índice de Lexis (λ) es satisfactorio para medir la dispersión de las distribuciones de no contagio, mientras los índices de Morisita ($I\sigma$) e I_c parecen ser los mejores índices para medir la agregación en las distribuciones de contagio. La metodología que se sigue en és

tos tres índices, para determinar el grado de agregación es la misma que la de la relación varianza-media.

Algunos Trabajos Realizados Sobre Distribución Espacial de los Insectos.

La distribución espacial de la conchuela del frijol, *Epilachna varivestis* (Muls), bajo condiciones de invernadero fué estudiada por Alvarez (1). Para la realización de éste trabajo se efectuaron dos ensayos en jaulas de 7 X 3.5 X 1.8 metros (largo, ancho y alto), dentro de cada jaula se ordenaron 90 macetas y cada maceta tenía una planta de frijol. La infestación se hizo liberando adultos de conchuela dentro de cada jaula. La unidad de muestreo fué la planta y dentro de ésta se hizo una estratificación visual, en estrato superior, medio y bajo. Se tomaron datos sobre el número de huevecillos, número de larvas de diversos estadios por planta, número total de larvas por plantas y en cada uno de los estratos. Los datos originales se arreglaron en tablas de frecuencia y fueron procesadas por medio de un programa TOPFIT, el cual calcula varios índices de agregación y prueba el ajuste de varias distribuciones teóricas a los datos observados. Encontró que la distribución binomial negativa completa y truncada describe adecuadamente el patrón espacial de los estados inmaduros de la conchuela del frijol, seguida por la Neyman tipo A completa y truncada y por Poisson truncada. Así como que los valores de los índices de Morisita,

del exponente "K" y el índice de relación varianza-media, indicar un grado de contagio bastante fuerte en la población - de las larvas de la conchuela. También observó que la distribución espacial de las larvas es de contagio y que dicho contagio disminuye conforme avanza el desarrollo larvario del insecto.

De la Paz (10) realizó un estudio para describir la distribución espacial de la conchuela del frijol, *Epilachna vari-vestis* (Muls), bajo condiciones de campo en Chapingo, Méx. Utilizó una hectárea con frijol de la variedad Canario 101, la cual se dividió en 100 parcelas, constando cada parcela de 11 surcos de 0.80 m de largo. El tamaño de muestra fué de dos plantas por parcela. El método consistió en seleccionar completamente al azar, dentro de cada parcela, las dos plantas por muestrear. Los datos que se tomaron en cada - - planta fué el número de masas de huevecillos, larvas, pupas y adultos de conchuela presentes por planta. La información fué arreglada en tablas de frecuencia y procesada en computadora mediante el programa TOPFIT. Este programa calcula varios índices de agregación y prueba el ajuste de distintas distribuciones teóricas a los datos observados. Encontrándose que el arreglo espacial de las masas de huevecillos es al azar; la disposición espacial de larvas y pupas es de contagio y fué adecuadamente descrita por las distribuciones binomial negativa y Neyman tipo A, completas y truncadas y la distribución de los adultos en fases tempranas del cultivo

es al azar, posiblemente debido a una baja población de adultos invernantes y a medida que la densidad de población fué más alta su arreglo tendió hacia el contagio. También encontró que la relación varianza-media fué el mejor índice para medir la agregación de las poblaciones de los diferentes estados de desarrollo de la conchuela.

Chiang y Hodson (8) realizaron un estudio para describir la distribución espacial de las masas de huevecillos de la primera generación del gusano barrenador del maíz, *Pyrausta nubilalis* (Hbn) en 20 campos de maíz en Waseca, Minnesota, U.S.A., durante 10 ciclos (estaciones). La plantación se realizó durante el período acostumbrado de cada localidad. Números variados de plantas distribuídas a través de los campos fueron seleccionadas al azar y marcadas al comienzo de la estación y revisada cuidadosamente cerca de dos veces por semana para determinar masas de huevecillos, las cuales eran marcadas cada vez que se encontraban para evitar confusión cuando nuevas masas fueran puestas más tarde sobre la misma planta. Los datos recabados fueron arreglados en tablas de frecuencia y comparados con los valores esperados de acuerdo a la serie Poisson. Estos investigadores encontraron lo siguiente: las poblaciones de huevecillos variaron de bajos niveles de menos de 10 masas de huevecillos a altos niveles de 380 masas de huevecillos por 100 plantas; la distribución de las masas de huevecillos es esencialmente al azar, pero muestra una tendencia hacia el contagio y que el patrón particu-

lar de distribución es seguido a través del período entero de la puesta de huevecillos en un campo dado.

Harcourt (15) realizó un trabajo sobre dinámica de las poblaciones de *Leptinotarsa decemlineata* (Say) en el este de Ontario, en éste trabajo describió el patrón espacial de los estados inmaduros de éste insecto encontrando que la distribución binomial negativa los describía satisfactoriamente y encontró los siguientes valores del parámetro "K" para los diferentes estadios de insecto: adulto 1.95, masas de huevecillos 4.10, primer estadio 0.68, segundo estadio 0.78, tercer estadio 1.04 y cuarto estadio 1.07. Estos valores de "K" los obtuvo por medio de la siguiente fórmula: $K=m^2/(S^2-m)$. Utilizó como unidad de muestreo a la planta.

La distribución espacial de las larvas del barrenador europeo del maíz, *Pyrausta nubilalis* (Hbn) fué estudiada por McGuire *et. al.* (22). Los autores concluyeron que la distribución Poisson-binomial describe la distribución de las larvas, siempre y cuando se conozca el número total de larvas en el campo; de otra manera, si solo se dispone de datos obtenidos mediante un muestreo, la distribución de las larvas puede ser descrita por una distribución de Poisson si las infestaciones son bajas, o por una distribución binomial negativa, en caso de infestaciones altas. No obstante, a densidades bajas la distribución de las larvas es adecuadamente descrita por la binomial negativa.

Forsythe y Gyrisco (12) estudiaron el patrón espacial del afido del chícharo, *Macrosiphum pisi* (Harris), en campos de alfalfa. La unidad de muestreo utilizada fueron las seis pulgadas terminales creciendo vigorosamente de una línea de alfalfa, aún sin florecer. El tamaño de muestra utilizado fué de 100 líneas por campo de alfalfa. En cada línea se contaba el número de afidos. Los conteos del número total de afidos y los conteos del número total de afidos menos las primeras ninfas, fueron adecuadamente descritos por las distribuciones binomial negativa y de Poisson. Al hacer las comparaciones de los datos observados de primavera y finales de verano con los valores esperados por medio de la prueba de bondad de ajuste Ji-cuadrada se encontraron que la distribución de Poisson fué apta para describir la distribución de estos insectos y esto se debió a que en éste período la población de los afidos del chícharo fueron muy bajas. Pero cuando las poblaciones de los afidos eran altas mostraron mayor ajuste a la distribución binomial negativa.

Lyons (21) estudió la distribución espacial de dos plagas, *Neodiprion swaini* y *N. sertifer* del pino. Para éste trabajo al autor utilizó como unidad de muestreo al árbol del pino, el cual lo dividió en estratos (alto, medio e inferior), contando en cada uno de éstos el número de masas de huevecillos, larvas, pupas y adultos. El autor encontró que las masas de huevecillos fueron bien descritas por la distribución binomial negativa y que la densidad de éstas masas de

huevecillos varían directamente con la altura de los árboles, longitud de las ramas, evidentemente debido a la preferencia de las hembras por sitios iluminados. Encontró también que las distribuciones de las larvas, pupas y adultos fueron adecuadamente descritas por la distribución binomial negativa y éste comportamiento de presentarse en agregadas se debía a la gran heterogeneidad del habitat.

Calderón (5) realizó un estudio para describir la distribución espacial de *Boophilus microplus* y *Amblyomma cajennense* sobre bovinos de Acayucan, Ver. Para la realización de éste trabajo se utilizaron 162 bovinos a los cuales se les muestreaba al lado izquierdo y se enumeraban el número de individuos de *B. microplus* y *A. cajennense* encontrados en la cabeza, cuello, axila, tórax, ingle + glándula y perineo. Los datos recabados fueron procesados en el Chapingo, México haciendo uso del programa TOPFIT. El autor encontró que la distribución espacial de la carga total y de ambas especies, tanto a nivel de la superficie total del bovino como a nivel de zonas, es explicada satisfactoriamente por la distribución binomial negativa, en su forma completa.

Putnam (25) al realizar un estudio para describir la distribución de los huevecillos de *Camnilla pellucida* (Scudd) en campos de pastizales, encontró que es descrita adecuadamente por la distribución binomial negativa con un parámetro $K = 1.07$ y que variaciones notables en la topografía y en la

cobertura de la vegetación pueden alterar la distribución de éstos huevecillos.

La distribución espacial de *Pieris rapae* (L) en cultivo de la col, fué estudiado por Harcourt (14), el cual encontró las siguientes conclusiones: a densidades muy bajas de infestación, la distribución de los estados inmaduros del insecto es descrita por la serie de Poisson y a densidades de infestaciones medianas y altas por la distribución binomial negativa. La distribución tiende a ser regular (uniforme) a medida que aumenta el desarrollo larvario, debido a la eliminación de los insectos por enemigos naturales.

Burrage y Gyrisco (2), en su estudio sobre el escarabajo europeo, *Amphimallon majalis* (Razoumowsky), observaron que las larvas tienen una distribución particular para cada estadio. A medida que las larvas se desarrollan tienen tendencia a distribuírse en forma uniforme; las larvas del tercer estadio tienen una distribución de contagio, posiblemente debido a la heterogeniedad del suelo o a una tendencia de las larvas a agregarse; mediante un ajuste de Ji-cuadrada comprobaron que la distribución binomial negativa describe ésta conducta de las larvas.

III.- MATERIALES Y METODOS

Para la determinación de la distribución espacial del gusano barrenador del maíz, *Diatraea grandiosella* (Dyar), del gusano elotero, *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), y de las diabroticas, *Diabrotica balteata*; *D. duodecimpunctata* y *D. longicornis*, se realizaron muestreos en cultivos de maíz de la variedad criolla "Ranchero", ubicados en los municipios de Gral. Escobedo y Marín, N.L.

En cada uno de los conteos que se realizaron la superficie total muestreada fué dividida en subparcelas de 10 m. de largo por 10 surcos de ancho, delimitándose cada subparcela por medio de estacas de color rojo de 2.5 m de altura; esto para facilitar el muestreo y no confundir las subparcelas.

Las unidades de muestreo o individuos virtuales utilizados en los tres experimentos fueron:

- 1.- La planta.
- 2.- La subparcela.

En el caso de huevecillos y larvas de elotero se hizo una excepción pues el individuo virtual fué de seis plantas (un metro cuadrado).

En el primer muestreo los individuos por muestrear fueron seleccionados al azar por medio de la tabla de números aleatorios para la primer subparcela, haciéndose sistemático para el resto de las subparcelas.

Los muestreos que se realizaron se describirán en forma independiente para cada insecto.

Gusano Barrenador del Maíz.

Para determinar la distribución espacial de éste insecto se realizaron seis muestreos en lotes de maíz en tres diferentes localidades.

El primero se realizó el 10. de junio de 1977 en el Campo Agrícola Experimental "Ex-Hacienda el Canadá de la F.A.U. A.N.L. en General Escobedo, N.L., se utilizó una hectárea de maíz próximo a cosecharse, dividiéndose en 100 subparcelas. Dentro de cada subparcela se muestrearon 50 plantas.

El segundo y tercer muestreo se realizaron en el Campo Agrícola Experimental de la F.A.U.A.N.L. en Marín, N.L., los días 3 y 13 de octubre de 1977, respectivamente. En estos muestreos, la superficie muestreada se redujo a 20 subparcelas únicamente, ya que el área sembrada de maíz era más pequeña. El cultivo de maíz se encontraba en estado de espigamiento. El tamaño de muestra se redujo a cinco plantas por subparcela, esta reducción fué por cuestiones del esfuerzo y tiempo máximo permisible para realizar el muestreo.

El cuarto, quinto y sexto muestreo se realizaron en un lote comercial de un agricultor, localizado cerca del Campo Agrícola Experimental de General Escobedo, N.L., los días 24 y 27 de octubre y el 3 de noviembre de 1977, respectivamente.

El tamaño del lote experimental era de 0.5 ha , dividiéndose en 50 subparcelas. Se utilizó un tamaño de muestra de tres plantas de maíz por subparcela, inspeccionando en total 150 plantas. Para este caso el cultivo de maíz se encontraba en fase de elote.

La metodología de muestreo utilizada en cada uno de los muestreos realizados consistió en partir por la mitad el tallo de la planta seleccionada para observar el número de larvas, pupas y el número de entrenudos dañados, así como su localización dentro de la planta. Para ésto se enumeraron los entrenudos en orden ascendente considerando como número uno al que estaba arriba de las raíces adventicias.

Gusano Elotero.

Para el caso de éste insecto se realizaron cinco muestreos en dos diferentes localidades.

El primer muestreo se realizó en el Campo Agrícola Experimental "Ex-Hacienda el Canadá" de la F.A.U.A.N.L., en General Escobedo, N.L. el 6 de junio de 1977. El lote experimental era una hectárea sembrada de maíz en fase de jilote, éste se dividió en 100 subparcelas utilizando un tamaño de muestra de 25 plantas por subparcela; el dato que se tomó fué el de número de larvas por planta.

El segundo, tercero, cuarto y quinto muestreo se realizaron en el Campo Agrícola Experimental de la F.A.U.A.N.L.

en Marín, N.L. los días 14, 20 y 29 de octubre y el 4 de noviembre de 1977, respectivamente. El cultivo de maíz estaba en su fase de jilote.

El tamaño del lote experimental era de 0.5 ha, éste se dividió en 50 subparcelas. El tamaño de muestra se fijó en tres individuos (de seis plantas) por subparcela; esto se hizo para poder aumentar el número de clases de la variable larvas por individuo, ya que si se consideraba como individuo a cada planta solo se tenían valores de cero y de uno es decir, solo se podrían hacer dos clases en las tablas de frecuencia.

En el segundo y tercer muestreo se hicieron conteos de huevecillos en los estigmas del jilote, obteniéndose los datos de huevecillos por planta, huevecillos por individuo y huevecillos por subparcela. En el cuarto y quinto muestreo se llevó el conteo de larvas por individuo (de seis plantas) y larvas por subparcela.

Diabroticas.

Se realizaron cuatro muestreos en dos diferentes localidades: el primero se efectuó en el Campo Agrícola Experimental "Ex-Hacienda el Canadá" de la F.A.U.A.N.L. en General Escobedo, N.L. el día 8 de junio de 1977. Se tomó una hectárea de maíz en fase de jilote, como la superficie a muestrear, ésta se dividió en 100 subparcelas, muestreándose diez plan-

tas en cada una de ellas. En las 1000 plantas muestreadas se realizó un recuento, en forma visual, del número de diabroticas que se encontraban en ellas.

El segundo muestreo se realizó en el Campo Agrícola Experimental de la F.A.U.A.N.L. en Marín, N.L. el 13 de octubre de 1977. El lote experimental se dividió en 20 subparcelas, en donde se muestreaban cinco plantas por cada una. El cultivo se encontraba en su fase de espigamiento.

El tercer muestreo se realizó el 24 de octubre de 1977 también en Marín, N.L. en una parcela cercana a la del estudio anterior. La superficie muestreada fué de 0.5 ha., la cual se dividió en 50 subparcelas, escogiéndose un tamaño de muestra de tres plantas por subparcela. Encontrándose el cultivo en su fase de jilote.

El cuarto muestreo se realizó el día 3 de noviembre de 1977, en el Campo Agrícola Experimental de General Escobedo, N.L. El lote experimental fué de 0.5 ha., dividiéndose ésta en 50 subparcelas, tomándose un tamaño de muestra de tres plantas por cada subparcela. Para éste caso el cultivo de maíz estaba en su fase de elote.

Análisis de los Datos.

Los datos obtenidos en cada uno de los muestreos realizados en el campo fueron arreglados en tablas de frecuencia, con los valores de clases ordenados en forma ascendente, en

total se elaboraron 38 tablas, correspondiendo 12 para los muestreos de gusano barrenador, 12 para el gusano elotero y 14 para las diabroticas.

Los datos se procesaron en el Centro de Estadística y Cálculo del Colegio de Postgraduados de Chapingo, México, mediante un programa llamado TOPFIT. Este programa está escrito en el lenguaje FORTRAN IV y se utiliza para calcular algunos índices de agregación y para probar el ajuste de datos observados a algunas distribuciones teóricas, mediante la prueba estandard de bondad de ajuste Ji-cuadrada (χ^2) que consiste en calcular para cada distribución teórica las frecuencias esperadas en cada clase y después compararlas con sus correspondientes frecuencias observadas mediante la siguiente expresión:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Donde:

χ^2 = Ji-cuadrada

o_i = frecuencia observada

e_i = frecuencia esperada

Entre menor sea el valor de la Ji-cuadrada más baja será la probabilidad de observar desviaciones y el ajuste será mejor.

Existe una prueba muy similar a la anterior, que se de-

nomina prueba "alternativa" de bondad de ajuste y también hace uso de las frecuencias esperadas, pero se distingue en que cada frecuencia observada (mayor que cero) determina un término de la suma en $\chi^2 = 2 \sum o \log e (o/e)$. Esta modificación generalmente provee un mayor número de grados de libertad y evita la necesidad de fusionar las observaciones en la o las colas de la distribución.

Las distribuciones teóricas probadas fueron todas las que calcula el programa TOPFIT que son: Binomial positiva, Poisson completa y truncada, doble Poisson, normal, Neyman tipo A completa y truncada, binomial negativa completa y truncada, y logarítmica.

Los índices de agregación calculados fueron: índice de la relación varianza media: S^2/m ; índice Morisita: $I_\delta = \{N \sum x (X-1) f (X)\} / \{T (T-1)\}$; índice de Neyman (David y Moore): $I = (S^2/\bar{X}) - 1$; índice de Lexis: $\lambda = S^2/\bar{X}$; índice de Green: $C_x = I/(T-1)$; índice I_c : $I_c = 1 + (I/\bar{X})$; índice de Dobauche: $E = \bar{X} - \lambda$; índice de Cole: $R = SC/T^2$; índice de Cancela de Fonseca: $I_A = \lambda/\bar{X}$; índice de Charlier: $C = (100 S^2 - \bar{X})/\bar{X}$; índice de Bliss y Fisher: $K_1 = \bar{X}^2/(S^2 - \bar{X})$; parámetro "K" de la distribución binomial negativa y el índice "K" de la binomial negativa truncada. La finalidad de estos índices es la de determinar el grado de contagio de la población de insectos.

La responsabilidad directa sobre el estudio del gusano barrenador, del gusano elotero y de las diabroticas correspondió a Francisco Javier Luna Serrano, José Luis Mendoza López y Celso González López respectivamente.

La identificación del gusano barrenador como *Diatraea grandiosella* (Dyar), del gusano elotero como *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), de las diabroticas *Diabrotica balteata* (Le Conte), *Diabrotica duodecimpunctata* (Howardi) fué hecha en el departamento de Entomología de Texas A & M University, Estados Unidos Americanos.

La identificación de la *Diabrotica longicornis* (Say) se intentó efectuar también en dicha universidad norteamericana, pero aún no se tiene la seguridad de que efectivamente sea tal especie. Se tomó la decisión de incluirla con tal nombre pues existe la posibilidad que esté correcto, pero se seguirá intentando su identificación definitiva por parte del proyecto de "Control integrado de plagas del maíz en Nuevo León" mediante los ejemplares que se tienen en colección.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Al procesar los datos obtenidos de cada uno de los insectos en estudio, se observó que ni la distribución teórica doble Poisson ni la Neyman tipo A truncada pudieron ser incluidas en las pruebas de bondad de ajuste al correr el programa en la computadora. Aparentemente los datos no se presentaron (o no tenían las características necesarias) de acuerdo al programa TOPFIT. Lo cierto es que en los listados se presentaba solamente la frase "FIT DELETED" que se tomó como ajuste eliminado en el caso de la doble Poisson y la frase "INTERATION 4(16, etc.) YIELDS UNSUITABLE MAXIMUM LIKELIHOOD ESTIMATES, FIT DELETED, THE PERFORMACE OF THIS DISTRIBUTION FIT HAS NOT BEEN CHECKED" que se tomó como que "el número de repeticiones no fueron adecuadas para obtener los estimadores de máxima verosimilitud, que se había eliminado el ajuste y que la ejecución del ajuste a la distribución no se había hecho", en el caso de la Neyman tipo A truncada. Por lo que estas dos distribuciones estadísticas no se incluyen en los cuadros de prueba de bondad de ajuste.

Los resultados obtenidos y su discusión se presentan por separado para cada uno de los insectos tratados:

Gusano Barrenador del Maíz.

Los resultados obtenidos al procesar los datos de los muestreos realizados para estudiar la distribución espacial

del gusano barrenador del maíz, *Diatraea grandiosella* (Dyar), se presentan a continuación.

En los Cuadros 1 y 2 se muestran las tablas de frecuencia para cada una de las muestras, considerando al individuo como una planta y como una subparcela, respectivamente.

Cuadro 1. Tabla de frecuencia del número de plantas correspondientes a las diversas clases en cuanto a la incidencia de gusano barrenador del maíz, *D. grandiosella* (Dyar), en seis muestreos para el estudio de su distribución espacial. En General Escobedo y Marín, N.L., ciclo primavera-verano 1977.

Clases (número de insectos)	Frecuencia observada en cada muestreo (número de plantas)					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
0	4041	89	92	102	79	86
1	150	6	4	10	17	22
2	105	2	2	14	13	16
3	91	3	1	11	11	14
4	45		1	6	5	6
5	33			4	3	2
6	24			2	3	2
7	7			0	4	2
8	2			0		
9	1			1		
10	1					
Tamaño de muestra	4500	100	100	150	135	150
Densidad poblacional (insectos/planta)	0.27	0.19	0.15	0.91	1.16	1.04

Cuadro 2. Tabla de frecuencia del número de subparcelas correspondientes a las diversas clases en cuanto a la incidencia del gusano barrenador del maíz, *Diatraea grandiosella* (Dyar), en seis muestreos para el estudio de su distribución espacial. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

Clases (número de insectos)	Frecuencia observada en cada muestreo (número de subparcelas)					
	M1	M2	M3	M4	M5	M6
0	6	12	12	17	10	10
1	3	5	4	3	9	5
2	1	0	2	9	2	9
3	4	1	1	4	6	8
4	7	1	1	3	5	6
5	4	0		6	4	3
6	1	0		2	0	1
7	1	1		4	4	3
8	3			0	1	4
9	4			0	0	0
10	5			2	2	0
11	3				0	1
12	6				0	
13	5				1	
14	4				0	
15	4				0	
16	1				0	
17	3				1	
18	4					
19	0					
20	1					
21	0					
22	3					
23	2					
24	3					
25	1					
26	1					
27	1					
28	2					
29	0					
30	1					
31	0					
32	1					
33	0					
34	1					
35	0					
36	0					
37	0					
38	0					
39	1					
40	2					
41	1					
Tamaño de muestra	90	20	20	50	45	50

En el Cuadro 3 se presentan los valores de la χ^2 calculada por la prueba estándar de bondad de ajuste y la χ^2 teórica para todos los muestreos efectuados. Si el valor de la χ^2 calculada es menor que el de la teórica se dice que tuvo ajuste a dicha distribución. En este cuadro se observa que en varias ocasiones para los muestreos 2 y 3 no fueron suficientes los grados de libertad que se tenían y el programa detenía el computo. También se observa un caso en el que el programa simplemente (quizás por restricciones de ciertos parámetros indispensables) eliminó el ajuste.

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de la comparación de los valores de χ^2 calculada y χ^2 teórica, pudiendo se observar que las distribuciones observadas en los muestreos 2 y 3 cuando el individuo virtual era la planta y en el muestreo 2 cuando el individuo virtual era la subparcela, no tuvieron ajuste con ninguna de las siete distribuciones teóricas propuestas. Lo cual se debió a la presencia de insuficientes grados de libertad en los muestreos o que se presentaron valores muy altos de χ^2 calculada o simplemente el programa no pudo calcular los ajustes correspondientes. Lo cual seguramente se debió a la densidad poblacional tan baja que se presentó en tales muestreos.

Cuando el individuo virtual fué la planta la distribución de los barrenadores se ajustó tanto a la distribución binomial negativa en sus formas completa y truncada como a

Cuadro 3. Valores de χ^2 calculadas por la prueba estandar de bondad de ajuste para cada uno de los muestreos realizados para el estudio de la distribución espacial del gusano barrenador del maíz, *Diatraea grandiosella* (Dyar), Escobedo y Marín M.I. Ciclo primavera-verano 1977.

M	χ^2 calculada y χ^2 teórica ^{1/} para cada distribución teórica							
	B ^{2/}	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Cuando el individuo fué una planta								
1	4988 (5.99)	3873 (5.99)	43.83 (11.1)	2528 (11.1)	30.23 (12.6)	93.85 (15.5)	10.77 (12.6)	105.41 (14.1)
2	32.84 (5.99)	R	R	45.50 (3.84)	R	R	R	R
3	R	R	R	30.69 (3.84)	R	R	R	R
4	110.75 (5.99)	91.46 (5.99)	0.41 (7.81)	36.26 (11.1)	0.84 (9.44)	15.96 (7.81)	0.42 (7.81)	22.11 (7.81)
5	93.43 (5.99)	90.04 (7.81)	5.44 (7.81)	36.60 (11.1)	2.33 (9.44)	3.97 (9.49)	1.54 (7.81)	8.96 (7.81)
6	80.96 (5.99)	71.49 (7.81)	2.03 (7.81)	41.53 (11.1)	1.54 (9.49)	6.43 (7.81)	0.74 (5.99)	13.00 (7.81)
Cuando el individuo fué una subparcela								
1	249.42 (18.3)	178.03 (19.7)	205 (21)	139 (21.0)	19.06 (30.1)	21.52 (30.1)	16.20 (30.1)	91.14 (19)
2	4.98 (3.84)	3.85 (3.85)	R	R	R	R	R	R
3	3.45 (3.84)	2.11 (3.84)	R	R	R	R	R	R
4	35.83 (7.81)	74.86 (9.49)	7.99 (9.49)	23.33 (5.99)	6.44 (11.1)	0.45 (9.49)	5.31 (9.49)	15.43 (5.99)
5	53.28 (9.49)	36.13 (9.49)	11.6 (9.49)	62.78 (9.49)	6.73 (11.1)	5.24 (11.1)	4.21 (9.49)	11.38 (7.81)
6	26.78 (9.49)	10.57 (9.49)	10.51 (11.1)	55.86 (7.81)	3.41 (11.1)	3.37 (11.1)	3.71 (9.49)	22.50 (7.81)

^{1/} la χ^2 teórica está entre paréntesis.

^{2/} Simbología: B, Distribución binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; R, Eliminado por insuficientes grados de libertad; M, Muestreo.

Cuadro 4. Ajustes con las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial del gusano barrenador del maíz, *viatrava grandiosella* (Dyar), por medio de la prueba estandar de bondad de ajuste. General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

M ^{1/}	B	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Cuando el individuo fué una planta								
1	No	No	No	No	No	No	Si	No
2	No	R	R	No	R	R	R	R
3	R	R	R	No	R	R	R	R
4	No	No	Si	No	Si	No	Si	No
5	No	No	Si	No	Si	Si	Si	Si
6	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No

Número de ajustes	0	0	3	0	3	2	4	1

Cuando el individuo fué una subparcela								
1	No	No	No	No	Si	Si	Si	No
2	No	No	R	R	R	R	R	R
3	Si	Si	R	R	R	R	R	R
4	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No
5	No	No	No	No	Si	Si	Si	No
6	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No

Número de ajustes	1	1	2	0	4	4	4	0

1/ Simbología: M, Muestreo; B, Distribución binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; R, Eliminado por insuficientes grados de libertad.

la Neyman tipo A y a la Poisson en su forma truncada. Sin embargo ya que fué mayor el número de veces que se logró ajuste con la binomial negativa truncada y la Neyman tipo A y que el valor de χ^2 calculada fué más pequeño para éstas distribuciones en todos los casos, se concluye que la distribución del barrenador del maíz puede ser explicada satisfactoriamente por la distribución binomial negativa truncada y Neyman tipo A completa.

El resultado anterior confirma la idea de que varias distribuciones teóricas describen adecuadamente la misma distribución observada pero unas mejor que otras, como lo señaló Alvarez (1).

El hecho de que se hayan obtenido mejores ajustes en la forma truncada de las distribuciones (eliminando la clase "plantas con cero insectos") seguramente se debió a la baja densidad con que se presentó el barrenador. Y ésto corrobora que debe usarse la forma truncada cuando se tenga mucha frecuencia en la clase cero insectos como lo asentó Bliss en 1958, citado por De la Paz (10).

Cuando el individuo virtual fué la subparcela, con mayor confianza se puede asegurar que la distribución observada se ajustó a la binomial negativa tanto en la forma completa como truncada, pues en todos los casos se tuvo ajuste, a excepción de los muestreos 2 y 3 que fueron rechazados por el programa por insuficientes grados de libertad.

La Neyman tipo A en su forma completa, también tuvo ajuste en todos los casos y explica satisfactoriamente la distribución observada, lo cual corrobora que es de contagio la distribución del gusano barrenador, al considerar al individuo como una subparcela.

En el muestreo número 3 en donde solo ocho plantas de las cien muestreadas y ocho subparcelas de las veinte muestreadas estaban infestadas, la distribución observada cuando el individuo fué una subparcela se ajustó a la binomial positiva y a la de Poisson, seguramente se debe a que hubo una gran cantidad de plantas con cero insectos. Y ésto tiene sentido, ya que la binomial positiva y la Poisson son distribuciones muy parecidas, por otro lado es fácil ver que las subparcelas con barrenadores en este muestreo estaban distribuidas al azar en la parcela.

En los Cuadros 5 y 6 se presentan los resultados de la prueba "alternativa" de bondad de ajuste, no tanto para corroborar los resultados que ya se presentaron, sino para hacer notar las diferencias entre la prueba estándar de bondad de ajuste y la alternativa.

Se observa al comparar los cuadros anteriores con los Cuadros 3 y 4, que el aumento en los grados de libertad que dá la prueba alternativa, fué suficiente para que el análisis de los muestreos 2 y 3 fueran factibles de realizarse por el programa (salvo dos excepciones). De lo que se dedu-

Cuadro 5. Valores de χ^2 calculada para la prueba "alternativa" de bondad de ajuste para cada uno de los muestreos realizados para el estudio de la distribución espacial del gusano barrenador del maíz, *Diatraea grandiosella* (Dyar), en General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

χ^2 calculada y χ^2 teórica ^{1/} para cada distribución teórica								
M	B ^{2/}	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Cuando el individuo fué una planta								
1	2978 (16.9)	2629 (16.9)	41.74 (15.5)	2996 (15.5)	27.98 (15.5)	98.19 (15.5)	10.59 (14.1)	108.88 (44.1)
2	32.84 (5.99)	23.14 (5.99)	1.22 (3.84)	55.1 (3.84)	1.08 (5.99)	0.74 (3.84)	R	R
3	31.44 (7.81)	24.36 (7.82)	0.44 (5.99)	64.61 (5.99)	0.34 (5.99)	0.26 (5.99)	0.26 (3.84)	0.30 (3.84)
4	157.63 (7.81)	124 (14.4)	0.44 (11.1)	45.39 (11.1)	1.34 (11.1)	21.39 (11.1)	0.53 (9.49)	22.6 (9.49)
5	180.36 (12.6)	113.00 (12.6)	5.47 (11.1)	41.32 (11.1)	2.26 (11.1)	4.37 (11.1)	1.54 (9.49)	8.66 (9.49)
6	26.78 (12.6)	80.65 (12.6)	5.47 (11.1)	48.97 (11.1)	1.59 (11.1)	6.38 (11.1)	1.77 (9.49)	12.59 (9.49)
Cuando el individuo fué una subparcela								
1	733.91 (43.8)	428.84 (43.8)	310 (43.8)	138.69 (43.8)	34.68 (43.8)	35.51 (43.8)	29.28 (42.6)	108.56 (42.6)
2	16.66 (7.81)	11.97 (7.81)	6.00 (5.99)	6.00 (5.99)	4.09 (5.99)	2.24 (5.99)	E	1.68 (3.84)
3	9.85 (7.81)	4.69 (7.81)	0.44 (5.99)	0.44 (5.99)	0.14 (5.99)	0.14 (5.99)	0.26 (3.84)	0.30 (3.84)
4	88.05 (14.1)	55.75 (14.1)	8.88 (12.6)	8.88 (12.6)	7.79 (14.1)	15.15 (12.6)	6.93 (11.1)	26.56 (11.1)
5	78.69 (16.9)	56.31 (16.9)	28.5 (15.5)	28.5 (15.5)	7.69 (15.5)	5.36 (15.5)	5.23 (14.1)	12.14 (14.1)
6	61.51 (15.5)	33.12 (15.5)	12.45 (14.1)	12.45 (14.1)	7.81 (14.1)	10.43 (14.1)	7.54 (12.6)	27.78 (12.6)

^{1/} La χ^2 teórica está entre paréntesis.

^{2/} Simbología: B, Distribución binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; R, Eliminado por insuficientes grados de libertad; E, (FIT DELETED) ajuste eliminado.

Cuadro 6. Ajustes con las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución del gusano barrenador del maíz, *Diatraea grandiosella* (Dyar), por medio de la prueba "alternativa" de bondad de ajuste. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

M ^{1/}	B	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Cuando el individuo fué una planta								
1	No	No	No	No	No	No	Si	No
2	No	No	Si	No	Si	Si	R	R
3	No	No	Si	No	Si	Si	Si	Si
4	No	No	Si	No	Si	No	Si	No
5	No	No	Si	No	Si	Si	Si	Si
6	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No

Número de ajustes	0	0	5	0	5	4	5	1

Cuando el individuo fué una subparcela								
1	No	No	No	No	Si	Si	Si	No
2	No	No	No	No	Si	Si	E	Si
3	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si
4	No	No	Si	No	Si	No	Si	No
5	No	No	No	No	Si	Si	Si	Si
6	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No

Número de ajustes	0	1	3	0	6	5	5	3

1/ Simbología: M, Muestreo; B, Distribución binomial; P, Poisson; N, normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, completa; T, Truncada; R, Eliminado por insuficientes grados de libertad; E (FIT DELETED) ajuste eliminado.

ce que esta prueba es la que debe hacerse en el caso de tener poblaciones muy bajas como las que se tuvieron en dichos muestreos.

También se observa en el caso cuando el individuo virtual fué una subparcela: el muestreo 3 se ajustó a la binomial positiva en la prueba estándar pero no en la alternativa, el muestreo 4 mostró ajuste con la binomial negativa completa en la prueba estándar pero no en la alternativa y el muestreo 5 no mostró ajuste con la logarítmica en la prueba estándar mientras que en la prueba alternativa si se obtuvo ajuste. Debiéndose lo anterior a que los muestreos mencionados tienen pocas clases y varias de ellas presentan valores de frecuencia menores de 5, por lo que la prueba estándar tendió a agrupar dichas clases y formar una sola, reduciendo con ésto el número de clases existentes y por lo tanto se logró tener ajustes a distribuciones de menor contagio; y la prueba alternativa al no agrupar las frecuencias y al considerarlas como una sola clase, aumenta el número de ellas y por consiguiente se va a lograr ajustes a distribuciones de mayor contagio.

En general se puede deducir que mediante la prueba alternativa se obtienen mejores ajustes de las distribuciones observadas a las teóricas. Y en éste caso la distribución del gusano barrenador del maíz fué adecuadamente descrita por las distribuciones de contagio, sobresaliendo la bino-

mial negativa completa y truncada y la Neyman tipo A completa.

En El Cuadro 7 se presentan los valores obtenidos de todos los índices de agregación al procesar las tablas de frecuencia con el programa TOPFIT. Estos índices de agregación se utilizan para corroborar los resultados obtenidos por medio de la prueba de bondad de ajuste. Es decir, éstos índices nos indican el grado de contagio de una determinada especie animal.

Una inspección general a este cuadro nos permite observar que los valores del índice de relación varianza-media (V/m) son mayores que la unidad, lo que nos indica que los datos observados se ajustan a las distribuciones de contagio, de acuerdo a lo expresado por Lyons en 1964 (21) quien dice que los valores de la relación varianza-media menores que la unidad nos indican distribuciones regulares, iguales a la unidad son para distribuciones de Poisson y los valores mayores que la unidad nos determinan distribuciones de contagio.

En este trabajo cuando los valores de la relación varianza-media fueron mayores de 3, los muestreos analizados por la prueba alternativa de bondad de ajuste, no se ajustaron a las distribuciones al azar, pero cuando el valor fué menor de 3 si se logró ajustes a la distribución de Poisson. Por lo que deducimos que entre mayor sea el valor del índice de relación varianza-media, el patrón de distribución de los in

Cuadro 7. Valores de los índices de agregación probadas para determinar la distribución espacial del gusano barrenador del maíz, *Dia-
traca grandiosella* (Dyar). General Escobedo y Marín, M.L. Ciclo primavera-verano 1977.

M ^{1/}	m	v	v/m	l6	i	l	l	g	lc	D	CF	C	CH	ByF	K	KT
Cuando el individuo fué la planta																
1	0.268	0.917	3.420	10.04	2.420	1.850	0.002	10.03	0.254	0.053	0.003	300.7	0.111	0.068	3.617	
2	0.190	0.378	1.980	6.430	0.987	1.400	0.054	6.198	0.128	0.323	0.114	228.0	0.192	0.131	98.70	
3	0.149	0.351	2.340	10.48	1.340	1.520	0.095	9.933	0.090	0.394	0.164	298.9	0.112	0.078	8.912	
4	0.906	2.622	2.890	3.088	1.892	1.700	0.014	3.086	0.774	0.145	0.027	144.5	0.479	**	12.29	
5	1.162	3.310	2.850	1.590	1.850	1.688	0.011	2.592	1.006	0.135	0.025	126.2	0.628	0.429	2.953	
6	1.040	2.450	2.360	2.307	1.360	1.530	0.009	2.300	0.912	0.123	0.021	114.4	0.764	0.552	4.390	
Cuando el individuo fué la subparcela																
1	13.41	101.8	7.590	1.480	6.590	2.750	0.001	1.490	12.34	0.079	0.017	70.10	2.034	1.560	2.250	
2	0.949	3.207	3.370	3.500	2.370	1.830	0.132	3.500	0.549	0.421	0.218	158.2	0.399	0.393	-0.23	
3	0.750	1.355	1.807	2.095	0.807	1.344	0.057	2.076	0.489	0.347	0.164	103.7	0.929	0.786	8.910	
4	2.699	7.683	2.845	1.670	1.840	1.680	0.013	1.683	2.300	0.145	0.040	82.68	1.462	0.908	6.220	
5	3.488	14.12	4.046	1.850	3.040	2.010	0.019	1.870	2.920	0.160	0.047	93.45	1.140	1.032	1.220	
6	3.119	7.290	2.330	1.422	1.330	1.520	0.008	1.420	2.730	0.122	0.034	65.45	2.330	1.850	4.560	

1/ Símbolos: M, Muestreo; m, Medie; V, Varianza; v/m, Índice de relación varianza-medie; l6, Índice de Morisita; i, Índice de David y Moore; l, Índice de Lexis; G, Índice de Green; lc, Índice lc; D, Índice de Debauche; CF, Índice de Cancela da Fonseca; C, Índice de Cole; CH, Índice de Charlier; ByF, Índice de Bliss y Fisher; K, Índice de agregación K; KT, Índice de agregación K de la binomial negativa truncada; **, no fué calculado por el programa.

sectos se ajustará más adecuadamente a las distribuciones de contagio.

El índice de Morisita ($I\delta$) alcanzó valores mayores de la unidad en todos los casos, indicando con ésto una tendencia hacia la contagiosidad; pero éste índice tiene el inconveniente de que sus valores varían inversamente con los de la media de la población, como lo expresó De la Paz en 1975 (10), lo cual lo hace inconsistente. En éste estudio se confirmó lo anterior, pues en los muestreos 2 y 3 en los que se presentaron los valores más altos de este índice, son los que mostraron menor densidad de insectos (Cuadro 1); en cambio en otros muestreos en donde definitivamente se tuvo ajuste a las distribuciones de contagio, los valores del índice de Morisita fueron menores, por ser alta la media poblacional.

El índice de David y Moore (I) es muy similar al índice de relación varianza-media, ya que es una modificación de éste. A saber el índice de David y Moore es igual a:

$$I = v/m - 1$$

Los valores de este índice mayores de la unidad indican un alto grado de contagio, iguales o menores que la unidad indican no contagio.

En éste estudio los valores de éste índice fueron mayores que la unidad, a excepción del muestreo 2 cuando el índi

viduo fué una planta y el muestreo 3 cuando el individuo fué una subparcela, que muestran valores cercanos a la unidad, indicando con ésto que la población de estos muestreos se ajusta a las distribuciones de no contagio, siendo ésto contrario a los resultados obtenidos por el índice de relación varianza-media y la prueba de bondad de ajuste.

Los valores del índice "K" de la distribución binomial negativa fueron muy pequeños, cercanos a cero, lo que indica un alto grado de contagio. Entre menores sean los valores de este índice mayor será el grado de contagio, valores altos nos indican que no hay contagio y la distribución del insecto se ajusta mejor a las distribuciones al azar.

Harcourt (15) considera que este parámetro es muy inestable para indicar el grado de contagio, ya que tiende a incrementar su valor al incrementarse la densidad poblacional del insecto. Esto ocurrió en el presente trabajo, pues se obtuvieron valores mayores que la unidad en los muestreos donde la densidad poblacional era alta, lo que analizando simplemente podría denotar no contagio, sin embargo en las pruebas de bondad de ajuste resultaron ser poblaciones distribuidas en forma binomial negativa o Neyman tipo A; por lo tanto se concluye que el parámetro "K" no mostró en forma ideal el grado de agregación de esta población de insectos.

El resto de los índices de agregación presentan un rango de variación en sus valores, muy amplio y son inestables

para utilizarlos como indicadores de agregación de éste insecto.

Por lo anteriormente dicho el mejor índice de agregación en el presente trabajo fué el índice de relación varianza-media, ya que nos indicó más eficientemente el grado de agregación que mostró la población de éste insecto, tomando en consideración los resultados obtenidos mediante la prueba de bondad de ajuste, lo observado por otros investigadores en otros trabajos sobre gusano barrenador y los propios hábitos del insecto.

Por otra parte, en cuanto a la localización de las larvas del gusano barrenador en la planta de maíz, al realizar un recuento de los entrenudos atacados por éste insecto en los seis muestreos realizados, se encontró que el tercero, cuarto y quinto entrenudo fueron los que con mayor frecuencia resultaron atacados y por consiguiente fueron donde se localizaron más frecuente las larvas del gusano barrenador. Pero cuando la infestación era grande tendían a encontrarse en toda la planta e incluso en la mazorca.

Gusano Elotero.

Los resultados obtenidos al procesar los datos de los muestreos realizados para estudiar la distribución espacial del gusano elotero *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), se presentan a continuación.

En el Cuadro 8 se muestran las tablas de frecuencia para los muestreos 2 y 3 en los que se registra el número de huevecillos que se encontraban en los estigmas, observándose un máximo de cinco por jilote.

Cuadro 8. Tablas de frecuencia de número de plantas, metros cuadrados y subparcelas correspondientes a las diversas clases en cuanto a la incidencia de huevecillos de gusano elotero *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie) en dos muestreos para el estudio de su distribución espacial. En Marín, N.L., Ciclo primavera-verano 1977.

CLASES (número de huevecillos)	Frecuencia observada					
	Número de plantas		Número de M ²		Número de subparcelas	
	M2	M3	M2	M3	M2	M3
0	402	430	28	50	0	0
1	117	114	37	38	2	5
2	51	46	21	15	1	5
3	36	18	18	19	7	5
4	13	3	19	11	2	7
5	4	8	8	7	4	8
6			7	4	11	4
7			2	2	1	6
8			5	2	3	2
9			3	1	4	1
10			1	0	2	1
11			1	0	2	2
12				1	3	2
13					0	2
14					0	
15					3	
16					1	
17					2	
18					1	
19					0	
20					0	
21					1	
Tamaño de muestra	625	619	150	150	50	50
Densidad poblacional (huevecillos/planta)	0.64	0.56	-	-	-	-

En el Cuadro 9 se presentan los valores de la χ^2 calculada por la prueba estandar de bondad de ajuste y la χ^2 teórica para los muestreos de huevecillos.

Cuadro 9. Valores de χ^2 calculada para la prueba estandar de bondad de ajuste realizados para el estudio de la distribución espacial de huevecillos del gusano elotero, *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), en Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

M	χ^2 calculada y χ^2 teórica ^{1/} para cada distribución teórica							
	B ^{2/}	P		N	NA	BN		L
	C	T			C	T		
Cuando el individuo virtual fué la planta								
2	251 (5.99)	158 (5.99)	8 (7.81)	128 (7.81)	6.28 (7.81)	11.93 (7.81)	5.68 (5.99)	23.14 (5.99)
3	154.24 (5.99)	81.42 (5.99)	5.46 (5.99)	166.89 (7.81)	1.01 (5.99)	4.31 (7.81)	5.30 (5.99)	5.63 (5.99)
Cuando el individuo virtual fué el metro cuadrado								
2	136.01 (11.1)	61.47 (11.1)	38.71 (11.1)	206.48 (16.9)	11.41 (12.6)	6.34 (12.6)	8.21 (12.6)	29.51 (12.6)
3	108.7 (9.49)	67.78 (9.49)	25.56 (9.49)	151.85 (15.5)	7.36 (11.1)	4.54 (11.1)	4.52 (9.42)	15.16 (11.1)
Cuando el individuo virtual fué la subparcela								
2	38 (11.1)	29.46 (14.1)	29.51 (14.1)	80.32 (11.1)	25.44 (16.9)	21.74 (16.7)	21.74 (16.9)	55.21 (12.6)
3	24.9 (11.1)	12.93 (12.6)	13.6 (14.1)	88.44 (11.1)	7.24 (14.1)	6.32 (14.1)	6.47 (14.1)	33.32 (11.1)

^{1/} La χ^2 teórica está entre paréntesis.

^{2/} Simbología: M, Muestreo; P, Poisson; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; N, Normal.

En el Cuadro 10 se presentan los resultados de la comparación de la χ^2 calculada y la χ^2 teórica.

Cuadro 10. Ajuste con las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial de los huevecillos del gusano elotero *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), por medio de la prueba estandar de bondad de ajuste. En Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

Muestreo	B ^{1/}	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Cuando el individuo virtual fué una planta								
2	No	No	No	No	Si	No	Si	No
3	No	No	Si	No	Si	Si	Si	Si

Número de ajustes	0	0	1	0	2	1	2	1

Cuando el individuo virtual fué un metro cuadrado								
2	No	No	No	No	Si	Si	Si	No
3	No	No	No	No	Si	Si	Si	No

Número de ajustes	0	0	0	0	2	2	2	0

Cuando el individuo virtual fué una subparcela								
2	No	No	No	No	No	No	No	No
3	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No

Número de ajustes	0	0	1	0	1	1	1	0

1/ Simbología: B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada.

En este cuadro se observa que las distribuciones de con
tagio obtuvieron mayor número de ajustes para todos los indi
viduos considerados en ambos muestreos.

También se puede observar que la distribución de Poi--
sson truncada dió ajuste en el muestreo 3 cuando el individuo
fué una planta y cuando fué una subparcela, pero el ajuste
fué menor en relación a las distribuciones de contagio. Por
lo anterior podemos deducir que la población de huevecillos
es adecuadamente descrita por las distribuciones de contagio,
siendo en éste caso la binomial negativa y la Neyman tipo A.

En los Cuadros 11 y 12 se presentan los resultados de
la prueba alternativa de bondad de ajuste, para describir la
distribución de huevecillos del gusano elotero, no tanto pa-
ra comprobar los resultados que ya se presentaron, sino para
hacer notar la diferencia entre la prueba estandard de bon-
dad de ajuste y la alternativa. Al comparar estos cuadros
con los Cuadros 9 y 10, se observa que el aumento en los gra-
dos de libertad que dá la prueba alternativa hizo que el pa-
trón de distribución observada por huevecillos no se ajusta-
rá a ninguna de las distribuciones al azar, que sí tuvieron
ajuste mediante la prueba estandard, en esta prueba únicamen
te se lograron ajustes para las distribuciones de contagio
(binomial negativa completa y truncada y Neyman tipo A), con
lo que se confirma que las distribuciones de contagio descri
ben adecuadamente la población de huevecillos.

Cuadro 11. Valores de la χ^2 calculada para la prueba alternativa de bondad de ajuste realizados para el estudio de la distribución espacial de huevecillos del gusano elotero *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), en Marín, N.L., Ciclo primavera-verano 1977.

χ^2 calculada y χ^2 teórica ^{1/} para cada distribución teórica ^{2/}								
M	B	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Cuando el individuo virtual fué una planta								
2	219 (9.49)	128 (9.49)	8.43 (7.81)	189 (7.81)	6.25 (7.81)	11.57 (7.81)	5.77 (5.99)	22.31 (5.99)
3	182.7 (9.49)	106.8 (9.49)	18.74 (7.81)	210.47 (7.81)	8.66 (7.81)	4.67 (7.81)	5.33 (5.99)	6.04 (5.99)
Cuando el individuo virtual fué un metro cuadrado								
2	149.21 (18.3)	74.10 (18.3)	45.33 (16.9)	156.11 (16.9)	11.45 (16.9)	8.34 (16.9)	8.14 (15.5)	28.24 (15.5)
3	121.42 (16.9)	78.78 (16.9)	30.60 (15.5)	111.27 (15.7)	8.36 (15.5)	5.33 (15.5)	5.30 (14.1)	14.87 (14.1)
Cuando el individuo virtual fué una subparcela								
2	117.33 (25.0)	55.15 (25)	55.59 (27.5)	86.5 (23.7)	20.5 (23.7)	19.55 (23.7)	19.57 (23.7)	68.18 (23.7)
3	89.25 (19.7)	33.92 (19.7)	35.18 (19.7)	67.65 (18.3)	10.36 (18.3)	9.033 (18.3)	9.01 (18.3)	37.79 (18.3)

^{1/} La χ^2 teórica está entre paréntesis.

^{2/} Simbología: M, Muestreo; B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada.

Cuadro 12. Ajuste con las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial de los huevecillos del gusano elotero *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie) por medio de la prueba alternativa de bondad de ajuste. En Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

Muestreo	B ^{1/}	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Cuando el individuo virtual fué una planta								
2	No	No	No	No	Si	No	Si	No
3	No	No	No	No	No	Si	Si	No

Número de ajustes	0	0	0	0	1	1	2	0

Cuando el individuo virtual fué un metro cuadrado								
2	No	No	No	No	Si	Si	Si	No
3	No	No	No	No	Si	Si	Si	No

Número de ajustes	0	0	0	0	2	2	2	0

Cuando el individuo virtual fué una subparcela								
2	No	No	No	No	Si	Si	Si	No
3	No	No	No	No	Si	Si	Si	No

Número de ajustes	0	0	0	0	2	2	2	0

1/ Simbología: B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada.

Se recomienda la utilización de la prueba alternativa, porque analiza sin agrupar las clases, tomando la tabla de frecuencia tal como se presenta al programa y siendo por lo tanto más real de acuerdo a lo que se registra en los muestreos y de acuerdo al tamaño de la clase que el investigador observó.

En el Cuadro 13 se presentan los valores de los índices de agregación, que resultaron al procesar las tablas de frecuencias para huevecillos del gusano elotero procesadas en el programa TOPFIT.

Debido a la experiencia de varios autores (1, 5 y 10),- sobre el uso de los índices para medir el grado de contagio y a la inestabilidad que éstos presentan, solo se discutirán el parámetro "K" de la binomial negativa y el índice de relación varianza-media que es el más estable y el que mejor nos indica cuando existe o no contagio. Los valores del índice de relación varianza-media indican que existe una fuerte agregación, corroborando con esto los resultados obtenidos en las pruebas de bondad de ajuste.

Ya se ha mencionado que el parámetro "K" de la distribución binomial negativa está influenciado por el tamaño de muestra (21). Esto ocurrió en el presente trabajo, ya que cuando el individuo virtual fué una planta el parámetro "K" mostró valores pequeños menores que la unidad, indicando con esto que los huevecillos se ajustan mejor a las distribucio-

Cuadro 13. Valores de los índices de agregación probados para determinar la distribución espacial de los huevecillos del gusano elotero *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), en Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

$M^1/$	m	v	v/m	L	I ₆	I	Ic	G	D	CF	C	CH	BF	K	KT
Cuando el individuo virtual fué una planta															
2	0.64	1.12	1.75	1.32	2.17	0.75	2.17	0.0018	0.59	0.066	0.0059	108.27	0.85	0.66	5.60
3	0.50	0.89	1.76	1.32	2.52	0.76	2.52	0.0024	0.46	0.075	0.0072	123.44	0.65	0.60	1.15
Cuando el individuo virtual fué un metro cuadrado															
2	2.61	5.98	2.28	1.51	1.48	1.28	1.48	0.0032	2.42	0.076	0.012	69.98	2.04	1.91	1.69
3	1.85	4.67	2.51	1.58	1.81	1.51	1.81	0.0054	1.68	0.094	0.015	90.14	1.23	4.13	1.12
Cuando el individuo virtual fué una subparcela															
2	7.9	23.3	2.92	1.71	1.23	1.92	1.24	0.0048	7.27	0.085	0.027	49.21	4.12	4.19	3.11
3	5.61	13.6	2.41	1.55	1.24	1.41	1.25	0.0050	5.09	0.092	0.28	50.22	3.96	4.12	3.2

$M^1/$ Simbología: M, Muestreo; m, Medía; v Varianza; v/m, Índice de relación varianza-medía; L, Índice de Lexis; I₆, Índice de Morlita; I, Índice de David y Moore; Ic, Índice de Green; D, Índice de Debauche; CF, Índice de Cancela da Fonseca; C, Índice de Cole; CH, Índice de Charlier; BF, Índice de Bliss y Fisher; K, Parámetro K de la binomial negativa; KT, Parámetro K de la binomial negativa truncada.

nes de contagio, pero al aumentar el tamaño de muestra (cuando el individuo fué un metro cuadrado y cuando fué una subparcela) el parámetro "K" adquirió valores muy altos. Por lo que éste índice no parece ser muy conveniente utilizarlo para indicar el grado de contagio de las poblaciones de huevecillos del gusano elotero.

Respecto al estado larval de *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), se presenta el Cuadro 14 en el que aparecen los datos del primero, cuarto y quinto muestreo.

En el Cuadro 15 se presentan los valores de la χ^2 calculada por la prueba estandar de bondad de ajuste y la χ^2 teórica para los muestreos de larvas del gusano elotero. Observándose que en varios muestreos unicamente fueron procesadas las distribuciones al azar, mientras que las distribuciones de contagio no fueron procesadas por el programa debido tal vez a la falta de ciertos parámetros indispensables para su análisis.

En el Cuadro 16 se presentan los resultados de la comparación de los valores de χ^2 calculada y la χ^2 teórica en la prueba estandar de bondad de ajuste para las larvas del elotero. En este cuadro se observa que cuando el individuo virtual era una planta la población de larvas se ajustó a la distribución binomial positiva, pero al aumentar el tamaño del individuo virtual a un metro cuadrado (seis plantas) la distribución de Poisson fué la que mejor describió la distri

Cuadro 14. Tablas de frecuencias del número de plantas, metros cuadrados y subparcelas correspondientes a las diversas clases en cuanto a la incidencia de larvas del gusano elotero *Helicoverpa - (Heliothis) zea* (Boddie) en el primero, cuarto y quinto muestreo para el estudio de la distribución espacial. En General Escobedo y Marín, N.L., Ciclo primavera-verano 1977.

CLASES (Número de insectos)	Número de plantas M1	Número de subparcelas M1	Número de m ² M4	Número de subparcelas M4	Número de m ² M5	Número de subparcelas M5
0	1627	0	28	2	40	1
1	755	0	41	3	67	5
2	113	2	40	2	28	5
3	5	3	23	5	15	16
4		4	15	4		13
5		5	2	9		5
6		9	1	10		4
7		11		3		1
8		4		7		
9		10		2		
10		9		2		
11		8		1		
12		7				
13		10				
14		7				
15		6				
17		3				
19		2				
Tamaño de muestra	2500	100	150	50	150	50
Densidad poblacional (insectos/ planta)	0.40	-	0.29	-	0.17	-

Cuadro 15. Valores de X^2 calculada para la prueba estandard de bondad - de ajuste realizados para el estudio de la distribución espacial de larvas del gusano elotero, *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), en General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

M ^{2/}	X^2 calculada y X^2 teórica ^{1/} para cada distribución teórica							
	B	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Cuando el individuo virtual fué una planta								
1	0.20 (5.99)	26.65 (5.99)	E	543.52 (3.83)	E	E	E	E
Cuando el individuo virtual fué un metro cuadrado								
4	14.03 (5.99)	3.50 (9.49)	E	152.55 (9.49)	E	E	E	E
5	10.15 (5.99)	4.59 (5.99)	E	152.92 (18.3)	E	E	E	E
Cuando el individuo virtual fué una subparcela								
1	108.74 (14.1)	23.76 (19.6)	23.79 (19.7)	130.66 (22.4)	10.98 (21.0)	11.69 (21.0)	11.75 (21.0)	216.62 (16.9)
4	20.54 (9.49)	7.56 (14.1)	6.09 (12.6)	78.06 (9.49)	7.99 (11.1)	7.70 (11.1)	6.15 (11.1)	81.42 (9.49)
5	3.69 (7.81)	6.90 (9.49)	E	77.97 (11.1)	E	E	E	E

^{1/} La X^2 está entre paréntesis.

^{2/} Simbología: M, Muestreo; B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; E (FIT DELETED) ajuste eliminado.

Cuadro 16. Ajuste con las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial de larvas del gusano elotero *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), por medio de la prueba estandar de bondad de ajuste. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

Muestreo	B ^{1/}	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Cuando el individuo virtual fué una planta								
1	Si	No	E	No	E	E	E	E

Número de ajustes	1	0	-	0	-	-	-	-

Cuando el individuo virtual fué un metro cuadrado								
4	No	Si	E	No	E	E	E	E
5	No	Si	E	No	E	E	E	E

Número de ajustes	0	2	-	0	-	-	-	-

Cuando el individuo virtual fué una subparcela								
1	No	No	No	No	Si	Si	Si	No
4	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	R
5	Si	Si	E	No	E	E	E	E

Número de ajustes	1	2	1	0	2	2	2	0

^{1/} Simbología: B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; E, (FIT DELETED), ajuste eliminado.

bución de las larvas.

Cuando el individuo fué considerado como una subparcela las distribuciones de contagio (binomial negativa y Neyman tipo A) lograron obtener ajuste, pero fueron superadas en bondad de ajuste por las distribuciones al azar (Poisson y binomial positiva), salvo en el primer muestreo en el que únicamente se obtuvo ajuste a las distribuciones de contagio y ésto fué debido a que el tamaño de muestra utilizado fué más grande. De lo anterior podemos deducir que a medida que se aumenta el tamaño de la unidad de muestreo (individuo virtual) el patrón de distribución de las larvas del gusano elotero tenderá ajustarse mejor a las distribuciones de contagio.

Lo anterior corrobora lo dicho por Wolker (1942) citado por Chiang y Hodson (8), quien mostró que la distribución de éste insecto es esencialmente al azar, pero muestra una tendencia hacia el contagio.

En los Cuadros 17 y 18 se presentan los resultados de la prueba alternativa de bondad de ajuste. Al comparar estos cuadros, con los Cuadros 13 y 14 se observa que los resultados obtenidos por medio de las dos pruebas de bondad de ajuste fueron los mismos, pero por medio de la prueba alternativa se lograron ajustes con un mayor nivel de significancia. Por lo tanto se sugiere la utilización de la prueba alternativa de bondad de ajuste para la realización de ésta

Cuadro 17. Valores de χ^2 calculada para la prueba alternativa de bondad de ajuste realizados para el estudio de la distribución espacial de larvas del gusano elotero, *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), en General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

M ^{2/}	χ^2 calculada y χ^2 teórica ^{1/} para cada distribución teórica							
	B	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Cuando el individuo virtual fué una planta								
1	0.21 (5.99)	31.05 (5.99)	E	775.05 (3.84)	E	E	E	E
Cuando el individuo virtual fué un metro cuadrado								
4	14.19 (11.1)	3.84 (11.1)	E	137.74 (9.49)	E	E	E	E
5	9.09 (5.99)	4.53 (5.99)	E	111.93 (18.3)	E	E	E	E
Cuando el individuo virtual fué una subparcela								
1	113.39 (5.99)	24.03 (23.7)	24.08 (23.7)	128.57 (22.47)	11.55 (22.4)	12.26 (22.4)	12.28 (22.4)	195.19 (22.4)
4	42.35 (18.3)	14.82 (18.3)	9.24 (16.9)	65.88 (16.9)	12.19 (16.9)	12.73 (16.9)	9.09 (15.5)	71.73 (15.5)
5	6.47 (12.6)	8.47 (12.6)	E	66.46 (11.1)	E	E	E	E

1/ La χ^2 teórica está entre paréntesis.

2/ Simbología: M, Muestreo; B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; E (FIT DELETED), ajuste eliminado.

Cuadro 18. Ajuste de las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial de larvas del gusano elotero *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie), por medio de la prueba alternativa de bondad de ajuste. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

Muestras	B ^{1/}	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Cuando el individuo virtual fué una planta								
1	Si	No	E	No	E	E	E	E

Total de ajuste	1	0	-	0	-	-	-	-

Cuando el individuo virtual fué un metro cuadrado								
4	No	Si	E	No	E	E	E	E
5	No	Si	E	No	E	E	E	E

Total de ajuste	0	2	-	0	-	-	-	-

Cuando el individuo virtual fué una subparcela								
1	No	No	No	No	Si	Si	Si	No
4	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No
5	Si	Si	E	No	E	E	E	E

Total de ajustes	1	2	1	0	2	2	2	0

^{1/} Simbología: B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; E, (FIT DELETED), ajuste aliminado.

clase de trabajos, ya que es más real y de resultados más precisos.

Por lo anterior se afirma que la distribución de las larvas del gusano elotero se ajusta mejor a las distribuciones al azar, siendo representada adecuadamente por la distribución de Poisson, cuando las unidades de muestreo fueron pequeñas (una planta o un metro cuadrado) pero a medida que se utilizaban unidades de muestreo más grandes (subparcelas) se notó una ligera tendencia hacia las distribuciones de contagio.

En el Cuadro 19 se presentan los valores de los índices de agregación que resultaron al procesar las tablas de frecuencia para larvas del elotero en el programa TOPFIT.

El índice de relación varianza-media tomó valores menores a la unidad cuando el individuo virtual fué la planta y un metro cuadrado; y aumentó en los muestreos 1 y 4 cuando el individuo fué una subparcela.

Por lo anterior y apoyándose en las pruebas de bondad de ajuste podemos afirmar que la distribución del gusano elotero es adecuadamente descrita por las distribuciones de no contagio cuando la unidad de muestreo es pequeña y para éste caso el mejor ajuste lo dió la distribución de Poisson; cabe mencionar que a medida que aumenta la unidad de muestreo se notó una tendencia hacia el contagio de las poblaciones de

Cuadro 19. Valores de los índices de agregación probados para determinar la distribución espacial de larvas del gusano elotero *Heliothis virescens* (Boddie), en General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

Muestreo	m ^{1/}	v	v/m	L	Ló	I	Ic	G	D	CF	C	CH	BF	K	KT
Cuando el individuo virtual fué una planta															
1	0.39	0.34	0.85	0.92	0.64	-0.14	0.64	-0.0001	0.38	0.029	12.62	59.49	2.82	-	-
Cuando el individuo virtual fué un metro cuadrado															
4	1.77	0.176	0.99	0.99	0.99	0.0073	0.99	0.0003	1.66	0.061	0.010	6.42	242.4	-	-
5	1.11	0.844	0.75	0.86	0.78	-0.024	0.78	-0.0014	1.04	0.066	0.011	46.85	-0.045	-	-
Cuando el individuo virtual fué una subparcela															
1	9.75	15.19	1.55	1.24	1.05	0.55	1.05	-0.0006	9.37	0.039	0.011	23.88	17.52	14.32	16.04
4	5.37	6.85	1.27	1.12	1.05	0.27	1.05	0.001	5.00	0.068	0.024	25.55	19.65	16.74	91.0
5	3.41	2.24	0.65	0.81	0.90	-0.34	0.89	-0.002	3.20	0.062	0.023	31.64	9.98	-	-

1/ Simbología: m, Media; v, Varianza; L, Índice de Lexis; Ló, Índice de Morisita; I, Índice de David y Moore; Ic, Índice de Green; D, Índice de Debauche; CF, Índice de Cancela de Fonseca; C, Índice de Cole; CH, Índice de Charlier; BF, Índice de Bliss y Fisher.

larvas del gusano elotero.

Diabroticas.

Los resultados que se obtuvieron al procesar los datos de los muestreos de las diabroticas, *D. balteata* (Le Conte); *D. duodecimpunctata* (Howardi) y *D. longicornis* (Say), se presentan a continuación. En el Cuadro 20 se presentan las tablas de frecuencia para la *D. balteata* (Le Conte) para todos los muestreos realizados. Puede observarse que en el muestreo 2, el número de insectos fué muy bajo. Aún así se incluyó para ser analizados en pruebas alternativas de bondad de ajuste - que se muestran en los Cuadros 21 y 22.

Se puede observar que cuando el individuo virtual era una planta las distribuciones que dieron mejor ajuste fueron la binomial negativa y la Neyman tipo A que se ajustaron en todos los muestreos a excepción del muestreo 2, que no tuvo ajustes para ninguna de las distribuciones propuestas, lo cual se debió a la muy baja población que se presentó. El muestreo 3 y 4 dieron ajuste a la Poisson truncada, pero se dió una mayor bondad de ajuste para las distribuciones de contagio. Cuando el individuo virtual era una subparcela, las distribuciones que dieron mejor ajuste fueron las distribuciones binomial negativa y Neyman tipo A, a excepción del muestreo 2 que solo dió ajuste a la binomial positiva y a la Poisson completa, aunque en realidad el resto de las distribuciones en éste muestreo no fueron procesadas por el progra

Cuadro 20. Tablas de frecuencia de los muestreos correspondientes a las diversas clase en cuanto a la incidencia de *D. balteata* (Le Conte) para el estudio de su distribución espacial. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

CLASES (Número de insectos)	Frecuencia observada en cada muestreo							
	Número de plantas				Número de subparcelas			
	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4
0	397	86	47	99	0	8	2	17
1	297	10	38	26	0	8	4	7
2	159	4	26	16	0	3	6	7
3	90		19	3	1	1	6	9
4	39		11	3	6		8	3
5	13		5	1	7		3	4
6	3		2	1	6		8	1
7			1	1	7		5	2
8			1		8		2	
9					4		1	
10					7		3	
11					10		1	
12					6		0	
13					5		1	
14					6			
15					8			
16					5			
17					4			
18					5			
19					2			
20					1			

Tamaño de muestra	1000	100	150	150	100	20	50	50

Densidad poblacional (insectos/planta)	1.12	0.14	1.62	0.64	-	-	-	-

Cuadro 21. Valores de la χ^2 calculada para la prueba alternativa de bondad de ajuste realizados para el estudio de la distribución espacial de la *Diabrotica balteata* (Le Conte), en General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

$M^2/$	χ^2 calculada y χ^2 teórica ^{1/} para cada distribución teórica							
	B	P		N	NA	BN		L
		C	T		C	C	T	

Quando el individuo virtual fué una planta

1	167 (7.81)	78 (9.49)	12.4 (11.1)	697 (11.1)	2.7 (9.4)	4.7 (11.1)	3.1 (7.8)	59.5 (9.4)
2	R	R	R	R	R	R	R	R
3	45 (7.81)	24 (9.49)	3.7 (7.8)	123 (12.6)	0.44 (9.4)	1.3 (9.49)	0.4 (7.81)	18.2 (9.49)
4	32 (7.38)	32 (5.99)	4.6 (5.99)	46 (9.4)	2.6 (5.9)	2.7 (5.9)	2.4 (3.8)	4.2 (3.8)

Quando el individuo virtual fué un metro cuadrado

1	170 (16.9)	56 (19.7)	56 (19.7)	131 (19.7)	13 (23.7)	14 (23.7)	10 (22.7)	21.4 (18.3)
2	0.11 (3.84)	0.11 (3.84)	R	R	R	R	R	R
3	27 (11.1)	8 (11.1)	9.7 (12.6)	64 (9.49)	3.9 (12.6)	4.9 (12.6)	4.9 (12.6)	31.2 (9.4)
4	43 (7.81)	22.9 (7.8)	2.1 (7.8)	31.5 (9.49)	2.19 (7.81)	4.9 (7.8)	1.6 (5.9)	15.6 (5.9)

^{1/} La χ^2 teórica está entre paréntesis.

^{2/} Simbología: M, Muestreo; B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; R, Ajuste rechazado por insuficientes grados de libertad.

Cuadro 22. Ajuste con las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial de la *Diabotica balteata* - (Le Conte), por medio de la prueba estandar de bondad de ajuste. En General Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

Muestreo	B	P		NA	C	BN		L
		C	T	N		C	T	
Cuando el individuo virtual era una planta								
1	No	No	No	No	Si	Si	Si	No
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No
4	No	No	Si	No	Si	Si	Si	No

Número de ajustes	0	0	2	0	3	3	3	0

Cuando el individuo virtual era una subparcela								
1	No	No	No	No	Si	Si	Si	No
2	Si	Si	-	-	-	-	-	-
3	No	Si	Si	No	Si	Si	Si	No
4	No	No	No	No	Si	Si	Si	No

Número de ajustes	1	2	1	0	3	3	3	0

1/ Simbología: B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neymant tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada.

Cuadro 23. Tablas de frecuencia del número de insectos por planta y subparcela de la especie *D. longicauda* (Le Conte), en el primer muestreo para el estudio de su distribución espacial. En General Escobedo, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

CLASES (Número de insectos)	Frecuencia Observada	
	Individuo virtual una planta	Individuo virtual una subparcela
0	191	0
1	235	0
2	184	0
3	164	0
4	80	0
5	62	0
6	34	0
7	25	0
8	8	0
9	3	0
10	3	1
11	2	3
12	2	2
13	2	4
14	0	6
15	1	4
16	1	2
17		5
18		4
19		8
20		7
21		2
22		5
23		3
24		3
25		6
26		1
27		5
28		2
29		2
30		5
31		2
32		2
33		4
34		1
35		3
36		1
37		1
38		1
39		2
43		2
51		1

Tamaño de muestra	1000	100

Densidad de Poblacional	2.32	

ma debido a la insuficiencia de grados de libertad, por la baja densidad que se mencionó con anterioridad.

Por lo anterior podemos deducir que la *Diabrotica balteata* (Le Conte), puede ser satisfactoriamente descrita por las distribuciones de contagio, que en éste caso fueron la binomial negativa y la Neyman tipo A.

En el Cuadro 23 se presentan las tablas de frecuencia para *Diabrotica longicornis* (Say) en el muestreo 1, que fué en el único que se presentó.

En el Cuadro 24 se presentan los valores de X^2 calculada y X^2 teórica de la prueba alternativa de bondad de ajuste para la *Diabrotica longicornis* (Say) y en el Cuadro 25 están los resultados de la prueba de bondad de ajuste para esta especie.

Cuadro 24. Valores de la X^2 calculada y la X^2 teórica para la prueba alternativa de bondad de ajuste para todas las distribuciones propuestas para describir la distribución de *Diabrotica longicornis* (Say), en General Escobedo, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

X^2 calculada y X^2 teórica para cada distribución teórica							
B ^{2/}	P		N	NA	BN		L
	C	T			C	T	
612 (12.6)	278 (12.6)	125 (12.6)	138.5 (22)	21.3 (15)	0.921 (3.8)	E	E
235 (21)	121 (25)	121 (25)	147 (25)	21 (32)	20 (37)	20 (31)	335 (32)

1/ La X^2 teórica se encuentra éntre paréntesis.

2/ Simbología: B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Nayman tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; E (FIT DELETED) ajuste eliminado.

Cuadro 25. Ajuste con las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial de la *Diabrotica longicornis* (Say), por medio de la prueba alternativa de bondad de ajuste. En General Escobedo, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

Individuo virtual	B ^{1/}	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Planta	No	No	No	No	No	Si	E	E
Subparcela	No	No	No	No	Si	Si	Si	No

Número de ajustes	0	0	0	0	1	2	1	0

^{1/} Simbología: B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; E, (FIT DELETED) ajuste eliminado.

En los cuadros anteriores podemos observar que las distribuciones que mejor describen la *Diabrotica longicornis* (Say), y las únicas que dieron ajuste en este caso fueron la binomial negativa y la Neyman tipo A.

En el Cuadro 26 se presentan las tablas de frecuencia para los datos de *Diabrotica duodecimpunctata* (Howardi), observándose que en el muestreo 2 solo se encontraron dos insectos. Aún así se incluyeron en los análisis de bondad de ajuste, pero como era lógico no fueron suficientes los grados de libertad y no se obtuvieron resultados.

En el Cuadro 27 se presentan los valores de la χ^2 calculadas y la χ^2 teórica de la prueba alternativa para la *Diabrotica duodecimpunctata* (Howardi), y en el Cuadro 28 están los re

Cuadro 26. Tablas de frecuencia del número de insectos de *Diabrotica duodecimpunctata* (Howardi), para el estudio de su distribución espacial. En Escobedo y Marín, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

CLASES (Número de insectos)	Frecuencia Observada			
	Insectos por planta	Insectos por subparcela	Insectos por planta	Insectos por subparcela
	M1	M1	M2	M2
0	905	38	98	18
1	82	34	2	2
2	11	17		
3	0	7		
4	0	1		
5	2	0		
6		2		
7		1		

Tamaño de muestra	1000	100	100	20

Densidad poblacional (insectos/ planta)	0.114		0.02	

sultados de la prueba de bondad de ajuste para esta especie. Se eliminó de los cuadros el muestreo 2 ya que como se acaba de mencionar no se obtuvieron resultados.

Cuadro 27. Valores de la χ^2 calculada y la χ^2 teórica para la prueba alternativa de bondad de ajuste para todas las distribuciones propuestas para describir la distribución de *Diabrotica duodecimpunctata* (Howardi), en General Escobedo, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

Individuo virtual	χ^2 calculada y χ^2 teórica para cada distribución teórica ^{2/} .							
	B	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Planta	17.8 (3.8)	12 (3.8)	R	399 (3.8)	R	0.92 (3.82)	R	K
Subparcela	5.13 (11.1)	1.6 (5.9)	1.3 (5.9)	106 (11.1)	0.9 (5.9)	0.98 (5.9)	0.8 (3.8)	3.1 (3.8)

1/ La χ^2 teórica está entre paréntesis.

2/ Simbología: B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, Binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; R, Ajuste rechazado por insuficientes grados de libertad.

Cuadro 28. Ajuste con las distribuciones teóricas propuestas para describir la distribución espacial de la *Diabrotica duodecimpunctata* (Howardi) por medio de la prueba de bondad de ajuste. En General Escobedo, N.L. Ciclo primavera-verano 1977.

Individuo Virtual	B ^{1/}	P		N	NA	BN		L
		C	T			C	T	
Planta	No	No	R	No	K	Si	R	R
Subparcela	Si	Si	Si	No	Si	Si	Si	Si
Número de ajustes	1	1	1	0	1	2	1	1

1/ Simbología: B, Binomial; P, Poisson; N, Normal; NA, Neyman Tipo A; BN, binomial negativa; L, Logarítmica; C, Completa; T, Truncada; R, Ajuste rechazado por insuficientes grados de libertad.

Para el muestreo 1 cuando el individuo virtual fué una planta hubo ajuste solo en la distribución binomial negativa, y cuando el individuo virtual era una subparcela se mostró ajuste para todas las distribuciones propuestas, a excepción de la distribución normal, y todas con similar bondad de ajuste, pero de acuerdo a lo observado cuando el individuo virtual era una planta y a lo mencionado de que al aumentar el tamaño de muestra se tendió a aumentar el grado de contagio, se considera que las distribuciones que describen adecuadamente éste insecto son las distribuciones de contagio, sobresaliendo la binomial negativa y la Neyman tipo A.

En el Cuadro 29 se presentan los valores de los índices de agregación resultados al procesar las tablas de frecuencias en el programa TOPFIT.

Al examinar cada uno de los índices presentados en este cuadro, encontramos que el índice de relación varianza-media es el que nos proporcionó resultados más acordes con la realidad vista en la prueba de bondad de ajuste y en el campo mismo. Por lo que solo se discutirá este índice para cada una de las especies estudiadas.

Para el caso de la *D. balteata* (Le Conte), el índice de relación varianza-media dá valores mayores que la unidad indicando una fuerte agregación cuando el individuo virtual era una planta y cuando era una subparcela, a excepción del muestreo 2 que solo tuvo ajuste a dos de las distribuciones

Cuadro 29. Valores de los índices de agregación probados para determinar la distribución espacial de las diabroticas. Ciclo primavera-verano 1977.

M/	m	v	v/m	L	I ₆	I	Ic	G	D	CF	C	CH	BF	K	KT	
Cuando el individuo fué una planta																
1	<i>D. balteata</i>	1.13	1.63	1.42	1.19	1.37	0.42	1.37	0.003	1.09	0.035	0.0022	61.40	2.65	2.4	3.8
	<i>v. duodecimpunctata</i>	0.11	0.16	1.43	1.19	4.81	0.42	4.78	0.0038	0.101	0.112	0.013	194	0.26	0.34	0.64
	<i>v. longicornis</i>	2.33	4.7	2.01	1.41	1.43	1.01	1.43	0.0004	2.26	0.029	0.0018	55.7	2.31	2.46	2.33
2	<i>D. balteata</i>	0.179	0.229	1.27	1.13	2.61	0.277	2.54	0.016	0.132	0.266	0.080	124	0.649	0.48	2.13
	<i>D. duodecimpunctata</i>	0.02	0.019	0.989	0.994	0.00	0.01	0.494	0.01	0.005	0.703	0.5	71	1.97	*	*
3	<i>D. balteata</i>	1.61	2.72	1.67	1.29	1.41	0.679	1.41	0.002	1.48	0.083	0.013	84.75	2.38	2.13	3.9
4	<i>D. balteata</i>	0.646	1.42	2.20	1.48	2.86	1.20	0.549	0.012	0.549	0.150	0.029	136.39	0.537	*	0.92
Cuando el individuo fué una subparcela																
1	<i>D. balteata</i>	11.13	23.13	2.07	1.44	1.09	1.07	1.09	0.0009	10.6	0.04	0.011	31.08	10.34	9.92	10.04
	<i>D. duodecimpunctata</i>	1.119	1.78	1.59	1.26	1.52	0.59	1.52	0.005	0.98	0.119	0.02	72.7	1.89	2.40	0.73
	<i>D. longicornis</i>	23.4	73.6	3.13	1.77	1.09	2.13	1.09	0.009	22.6	0.03	0.011	30.17	10.9	11.02	11.68
2	<i>v. balteata</i>	0.849	0.765	0.90	0.949	0.882	0.099	0.883	0.006	0.654	0.230	0.100	34.14	0.085	*	*
	<i>D. duodecimpunctata</i>	0.099	0.094	0.94	0.97	0.052	0.473	0.052	0.031	0.688	0.5	75.54	1.09	*	*	
3	<i>D. balteata</i>	4.85	8.89	1.83	1.35	1.16	0.83	1.17	0.003	4.43	0.086	0.027	41.34	58.48	5.18	6.32
4	<i>D. balteata</i>	2	4	2	1.42	1.5	1.02	1.51	0.01	1.71	0.142	0.039	71.42	1.95	1.37	14.05

1/ Simbología: m, Media; v, Varianza; L, Índice de Lexis; I₆, Índice de Morisita; I, Índice de David y Moore; Ic, Índice de Green; D, Índice de Debauche; CF, Índice de Cancela da Fonseca; C, Índice de Cole; CH, Índice de Charlier; BF, Índice de Bliss; *, No fueron calculados por el programa.

de no contagio.

Por lo anterior podemos deducir que ésta especie es adecuadamente descrita por las distribuciones de contagio, sobresaliendo la distribución binomial negativa y la Neyman tipo A.

Para el caso de la *D. longicornis* (Say), el índice de relación varianza-media obtuvo valores mayores que la unidad, lo que indica una fuerte agregación, cuando el individuo virtual era una planta y cuando era una subparcela. Por lo anterior podemos deducir que la *Diabrotica longicornis* (Say) fué mejor descrita por las distribuciones de contagio, sobresaliendo la binomial negativa y la Neyman tipo A.

En el caso de la *D. duodecimpunctata* para el primer muestreo y cuando el individuo era una planta y cuando era una subparcela, los valores del índice de relación varianza-media fueron mayores que la unidad (1.43 y 1.59) respectivamente, indicándonos con ésto que el patrón de la distribución de este insecto es adecuadamente descrita por las distribuciones de contagio; y según lo concluído en la prueba de bondad de ajuste la distribución binomial negativa es la que mejor la describe.

El muestreo 2 no se tomó en consideración para hacer un análisis de los índices de agregación, de la *D. duodecimpunctata* por lo expuesto anteriormente en la prueba de bondad de ajuste.

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en el presente trabajo se pueden derivar las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- 1.- La distribución espacial del gusano barrenador del maíz es de "contagio" y ésto es debido principalmente al hábito de las hembras de ovipositar los huevecillos en masas y que las larvas después de eclosionar no se dispersan en gran medida.
- 2.- De todas las distribuciones propuestas para describir la distribución de las larvas del gusano barrenador del maíz, la distribución binomial negativa completa y truncada, dió los mejores ajustes, siguiéndole la distribución de Neyman tipo A.
- 3.- La distribución espacial de los huevecillos del gusano elotero es de "contagio" y fué adecuadamente descrita por la distribución binomial negativa completa y truncada, seguida por la distribución Neyman tipo A completa.
- 4.- La distribución espacial de las larvas del gusano elotero es al azar y fué descrita por la "distribución de Poisson", pero ésta tendió hacia el contagio cuando se aumentó el tamaño de la unidad de muestreo.
- 5.- La distribución espacial de las diabroticas *Diabrotica*

balteata (Le Conte); *D. longicornis* (Say) y *D. duodecimpunctata* (Howardi) fueron adecuadamente descritas por las distribuciones de contagio, sobresaliendo la binomial negativa completa y truncada y la Neyman tipo A completa.

- 6.- A medida que se utilizaba un mayor tamaño de muestra (una planta, un metro cuadrado o una subparcela) el patrón de la distribución de los insectos en estudio tendieron a ajustarse mejor a las distribuciones de contagio.
- 7.- No es suficiente que una distribución teórica dé ajuste, para poder determinar si es de contagio o al azar una población. Sino que se hace necesario, también, tener una medida del grado de contagio de dicha población y la mejor manera de determinar este grado es por medio de los índices de agregación.
- 8.- En el presente trabajo, los índices de agregación que proporcionaron las mejores medidas de agregación de la población fueron en orden decreciente: el índice de relación varianza-media y el índice de agregación "K" de la binomial negativa.
- 9.- Se recomienda que se utilice el índice de relación varianza-media, que fué el que presentó las medidas del grado de contagio más representativas y de más consistencia.

- 10.- Se sugiere también que para posteriores trabajos, únicamente se prueben el ajuste a las siguientes distribuciones teóricas: distribución binomial negativa completa y truncada, Neyman tipo A completa y la distribución de Poisson completa y truncada. Esto debido a que el resto de las distribuciones no tienden a ajustarse a las distribuciones espaciales de los insectos.
- 11.- Para el caso de las distribuciones de Poisson y binomial negativa, al truncar la clase cero se observó mejores ajustes. En tanto que la Neyman tipo A truncada no pudo ser calculada.
- 12.- Se recomienda que se utilice la prueba "alternativa" de bondad de ajuste, ya que proporciona mejores ajustes de las distribuciones observadas a las teóricas.
- 13.- Se sugiere que se continúe con esta clase de trabajos, en las principales plagas de los cultivos de mayor importancia económica y alimenticia, para poder desarrollar nuevos y mejores métodos de muestreo que nos permitan estimar su población en una superficie dada y así poder decidir sobre su control.

RESUMEN

Es de gran importancia el conocimiento de la densidad de población de insectos-plagas, en un momento dado, para poder tomar la desición sobre su control o simplemente en estudios ecológicos y de otro tipo. La densidad poblacional solo se puede conocer mediante muestreos que sean rápidos y eficientes y para desarrollar estos métodos de muestreo se hace necesario el conocimiento de la biología y de la distribución espacial del insecto, es decir la disposición o arreglo que presenten los insectos en el habitat que ocupan en un momento determinado.

El gusano barrenador del maíz, *Diatraea grandiosella* (Dyar), el gusano elotero, *Helicoverpa (Heliothis) zea* (Boddie) y las diabroticas, *Diabrotica balteata* (Le Conte), *D. duodecimpunctata* (Howardi) y *D. longicornis* (Say), son plagas que causan grandes daños al cultivo del maíz en México y considerando que los métodos del muestreo con que se cuenta de dichos insectos podrían mejorarse mediante el conocimiento de su distribución espacial se consideró de gran importancia la realización de éste trabajo cuya finalidad fué precisamente estudiar y describir la distribución espacial de ellos.

Se realizaron muestreos en el cultivo de maíz tomando como unidad de muestreo a la planta y a una subparcela en la que se agrupaban varias plantas. En cada planta o subparcela muestreada se contaba el número de insectos que es-

taban presentes en ellas. La información recabada fué ordenada en tablas de frecuencia y posteriormente fué procesada en la computadora mediante el programa TOPFIT. Este programa calcula varios índices de agregación y prueba el ajuste de los datos observados a varias distribuciones teóricas mediante la prueba de bondad de ajuste Ji-cuadrada (χ^2).

De las distribuciones teóricas probadas las que describieron más adecuadamente la distribución de las larvas del gusano barrenador fueron la distribución binomial negativa, en su forma completa y truncada, seguida por la distribución Neyman tipo A completa y por la distribución Poisson completa y truncada. Pero en todos los casos la binomial negativa mostró mayor bondad de ajuste.

La distribución de los huevecillos de gusano elotero fué adecuadamente descrita por la distribución binomial negativa completa y truncada y por la Neyman tipo A completa, pero la binomial negativa tuvo mayor número de ajustes. La distribución espacial de las larvas, de este insecto, fué descrita satisfactoriamente por la distribución de Poisson completa, seguida por la binomial negativa y la Neyman tipo A, pero éstas últimas observaron menor bondad de ajuste.

La distribución de las diabroticas fué descrita por la distribución binomial negativa completa y truncada, seguida por la Neyman tipo A completa y por la distribución de Poisson completa y truncada, pero la binomial negativa obtuvo

un mayor número de ajustes.

Los mejores índices de agregación en el presente trabajo fueron el índice de la relación varianza-media, y el índice de agregación "K" de la binomial negativa; cuyos valores indican un alto grado de contagio para las poblaciones de larvas del gusano barrenador del maíz, así como también para las poblaciones de diabroticas y de huevecillos del gusano elotero. Para el caso de las larvas del gusano elotero los valores de los índices nos indican un mejor ajuste a las distribuciones al azar.

BIBLIOGRAFIA

1. Alvarez, J.A. 1971. Estudio sobre la distribución espacial de la conchuela del frijol, *Epilachna varivestis* (Muls), bajo condiciones de invernadero. Tesis M. C., Chapingo, Méx., ENA. Colegio de Postgraduados. 89 p.
2. Burrage, R.H. y G.G. Gyrisse. 1954. Distribution of third instar larvae of the european chafer and the efficiency of various sampling units for estimating their populations. J. Econ. Ent. 47: 1009-1014.
3. Byerly, K.F. y otros. 1976. Muestreo de plagas en algodón. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noreste-INIA-SARH. Reporte técnico. 6p.
4. Byerly, K.F. 1976. Comparasion of sampling methods for some arthropods populations in cotton. Tesis Doctoral. University of California, Riverside.
5. Calderón, L.C. 1978. Distribución espacial de *Boophilus microplus* y *Amblyomma cajennense* sobre bovinos de Acazacan, Ver. Tesis M.C. Chapingo, Méx., ENA. Colegio de Postgraduados. 19 p.
6. Carrillo, L.A. 1970. Proyecto de investigación sobre muestreos de insectos. Chapingo, Méx., ENA. Centro de Estadística y Cálculo. 19 p.

7. Cole, L.C. 1946. A theory for analyzing contagious distributed populations. *Ecology*. 27: 329-341.
8. Chiang, H.C. and A.C. Hodson . 1959. Distribution of the first generation egg masses of the european corn borer in corn field. *J. Econ. Ento.* 52: 295-299.
9. Dayly, R. 1978. *Ecología de Poblaciones. Curso "implementación de control integrado en Mesoamérica"* FAO, OEA. León, Nicaragua. pp 80-85.
10. De la Paz, S. 1975. El rendimiento del frijol bajo condiciones de invernadero, en función del grado de daño de la conchuela *Epilachna varietis* (Muls), y la disposición espacial de ésta, bajo condiciones de campo. Tesis M.C., Chapingo, México, ENA.
11. De la Paz, S. 1979. Combate de plagas de la soya en la región de las Huastecas. Centro de Investigaciones Agrícolas del Golfo Norte-INIA-SARH. Folleto Técnico No. 1.
12. Forsythe, H.Y. y G.G. Gyrisco. 1963. The spatial pattern of *Pea* aphid in alfalfa fields. *J. Econ. Ent.* 56: 104-107.
13. Harcourt, D.G. 1960. Distribution of the immature stages of the diamond blackmoth *Plutella maculipennis*

- (Curt) (Lepidoptera: Plutellidae), on cabbage. Ca
nad. Ent. 92: 517-521.
14. Harcourt, D.G. 1961. Spatial pattern of the imported cabbageworm, *Pieris rapae* (L.), (Lepidoptera: Pieridae), on cultivated cruciferae. Canad. Ent. 93: 947-971.
 15. Harcourt, D.G. 1963. Population dynamics of *Leptinotar*
sa decemlineata (Say) in eastern Ontario. I. Spatial pattern and transformation of field counts. Canad. Ent. 95: 813-820.
 16. Hensley, S.D. y K.D. Arbuthnot. 1957. Migration of larvae of southwestern corn borer on corn. J. Econ. Ent. 50: 103.
 17. Iwao, S. 1968. A new regression method for analyzing aggregation pattern of animal populations. Res. Popul. Ecol. 10(1): 1-20.
 18. Lefkovitch, L.P. 1966. An index of spatieal distribution. Res. Popul. Ecol. 8: 89-92.
 19. León, R.L. 1974. Empleo del muestreo secuencial en poblaciones de insectos. Tesis M.C., Chapingo, Méx., ENA. Colegio de Postgraduados. 43 p.
 20. Loera, J. y J.A. Sifuentes. 1974. Principales plagas que atacan a los cultivos de maíz, sorgo y algo-

dón en Tamaulipas. Centro de Investigaciones Agrícolas de Tamaulipas-INIA-SARH. Circular CIAT. No. 5.

21. Lyons, L.A. 1964. The spatial distribution sampling for the study of population dynamics. *Canad. Ent.* 96: 1373-1406.
22. McGuire, J.V. *et. al.* 1957. The distribution of european corn borer larvae *Pyrausta nubilalis* (HBN) in field corn. *Biometrics* 13: 65-78.
23. Metcalf, C.L. y W.P. Flint. 1979. *Insectos destructivos e insectos útiles*. 1a. Edición. Continental. México, D.F. pp. 519-588.
24. Ostle, B. 1977. *Estadística aplicada*. 5a. Reimpresión. LIMUSA. México, D.F. pp. 94-102.
25. Putnain, L.G. y N. Shklov. 1956. Observations in Western Canadian stubble fields. *Canad. Ent.* 88: 110-116.
26. Reyna, R. 1969. *Studies on the dispersion of insect populations*. Ph. D. Thesis, Univ. of London, Londres.
27. Reyna, R. 1970. *Manual de uso del programa TOPFIT*, Chapingo, Méx., ENA. Colegio de Postgraduados. - 9 p.

28. Rojas, B.A. 1964. La binomial negativa y la estimación de intensidad de plagas en el suelo. *Fitotec. Latinoamer.* 1: 27-36.
29. Rojas, B.A. 1969. El combate de plagas como problema de desición estadística. *Agrociencia.* 5: 101-107.
30. Steel, R. y J.H. Torrie. 1960. *Principles and procedures of statistics.* New York McGraw-Hill.
31. Tijerina, A.D. y K.T. Byerly. 1976. Determinación de un método de muestreo para estimar poblaciones de chicharrita de la vid *Dickrella* spp. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noreste, INIA-SARH. *Seminarios Técnicos.* 10 p.
32. Waters, W.E. 1959. A quantitative measure of aggregation in insects. *J. Econ. Ent.* 52: 1180-1184.
33. Wolfenbarger, D.A. y J.G. Darroch. 1965. A sequential sampling plan for determining the status of corn earworm control in sweet corn. *J. Econ. Ent.* 58: 651-655.

